

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 12 月 2 日 (02.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/103663 A1

(51) 国際特許分類: B28C 5/16  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007323  
(22) 国際出願日: 2004 年 5 月 21 日 (21.05.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-148201 2003 年 5 月 26 日 (26.05.2003) JP  
特願2003-209461 2003 年 8 月 29 日 (29.08.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 吉野石膏株式会社 (YOSHINO GYPSUM CO., LTD.) [JP/JP];

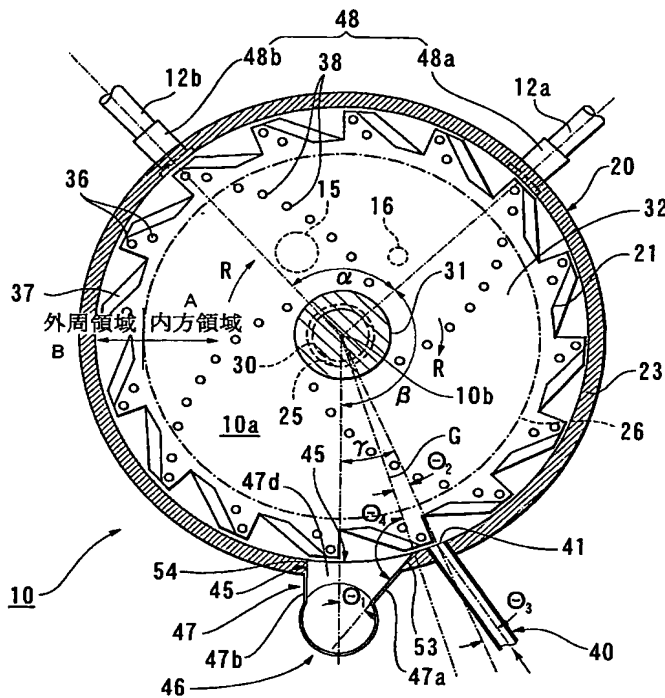
〒1000005 東京都千代田区丸の内 3 丁目 3 番 1 号 新東京ビル Tokyo (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 中村 渉 (NAKA-MURA, Wataru) [JP/JP]; 〒2990268 千葉県袖ヶ浦市南袖 5 2 番 吉野石膏株式会社 千葉第 2 工場内 Chiba (JP). 廣岡 雄一 (HIROOKA, Yuichi) [JP/JP]; 〒4418074 愛知県豊橋市明海町 4-3 5 吉野石膏株式会社 三河工場内 Aichi (JP).  
(74) 代理人: 島添 芳彦 (SHIMAZOE, Yoshihiko); 〒1010021 東京都千代田区外神田 2 丁目 2 番 1 7 号 共同ビル 4 1 号室 Tokyo (JP).

/続葉有/

(54) Title: MIXER, MIXING METHOD, AND METHOD OF PRODUCING GYPSUM BOARD

(54) 発明の名称: 混合攪拌機、混合攪拌方法及び石膏ボード製造方法



A...INNER REGION  
B...OUTER PERIPHERAL REGION

(57) Abstract: A mixer and a mixing method, where the mixer is capable of stably feeding a large flow rate of slurry in which bubbles are uniformly mixed and capable of reducing the amount of bubbles to be fed to the slurry. A mixer (10) has a housing (20), a rotating board (32), a slurry outlet (45), a slurry feed tube (46), and a hollow connection portion (47). A bubble feed opening (41) is provided at a predetermined position in an annular wall or in the hollow connection portion and feeds bubbles to slurry immediately before flowing into the slurry outlet or in slurry in the hollow connection portion. The slurry and bubbles are mixed at the slurry outlet or on the downstream side of the slurry outlet. The bubbles are substantially not subjected to a mixing impact of the mixer and the amount of bubbles disappear is reduced. The bubbles are uniformly mixed into the slurry even when a slurry flow rate is increased, so that a production speed of gypsum boards can be increased.

(57) 要約: 本発明は、泡を均一に混合した大流量のスラリーを安定供給することができ、スラリーに供給すべき泡量を低減することができる混合攪拌機及び混合攪拌方法を提供する。混合攪拌機(10)は、筐

体(20)、回転盤(32)、スラリ

/続葉有/



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

一排出口(45)、スラリー給送管(46)及び中空連結部(47)を備える。泡供給口(41)が、円環壁又は中空連結部の所定位置に配置され、スラリー排出口に流入する直前のスラリー又は中空連結部のスラリーに泡を供給する。スラリー及び泡は、スラリー排出口又はその下流側で混合する。泡は、混合攪拌機の攪拌衝撃を実質的に受けず、消失する泡の量は、低減する。泡は、スラリー流量を増大したときであってもスラリーに均一に混合するので、石膏ボードの製造速度を高速にすることができる。

## 明 細 書

### 混合攪拌機、混合攪拌方法及び石膏ボード製造方法

#### 技術分野

本発明は、スラリー連続流し込み成型法の石膏ボード製造工程に使用  
5 される混合攪拌機（Mixer）、混合攪拌方法及び石膏ボード製造方法に  
関するものである。

#### 背景技術

石膏ボードは、防耐火性、遮音性、施工性及び経済性等の優位性から  
10 建築用内装材として多彩な建築物に広く使用されており、石膏を主体と  
する芯を石膏ボード用原紙で被覆してなる板状体として知られている。  
石膏ボードは、一般に、連続流し込み成型法により製造される。この成  
型法は、

- i) 焼石膏、接着助剤、硬化促進剤、軽量化を図るための泡、混和材、  
15 添加剤等、及び水を混合攪拌機で混練し、焼石膏スラリー（以下、単に  
「スラリー」という）を調製する工程、
- ii) 混合攪拌機で調製したスラリーを石膏ボード用原紙の間に流し込み、  
板状の連続帯に成形する工程、
- iii) 硬化後の連続帯状積層体を粗切断し、強制乾燥後に製品寸法に切断  
20 する工程を含む。

スラリーを調整するための混合攪拌機として、通常は、薄型の円形混  
合攪拌機が使用される。この形式の混合攪拌機は、扁平な円形筐体と、  
筐体内に回転可能に配置された回転盤とを有する。筐体の上板の中心領  
域には、複数の混練成分供給口が配設され、筐体外周部には、混練物（ス  
25 ラリー）を機外に送出するスラリー排出口が配設される。回転盤には、  
回転盤を回転させる回転軸が連結される。筐体の上板は、回転盤の近傍

まで垂下する複数の上位ピン（静止ピン）を備える。回転盤は、回転盤上に垂直に固定され且つ上板近傍まで延びる下位ピン（移動ピン）を備え、上下のピンは、半径方向に交互に配置される。混練すべき上記複数の成分が各供給口を介して回転盤上に供給され、攪拌混合されつつ、遠心力の作用によって回転盤上を半径方向外方に移動し、外周部に配置されたスラリー排出口から機外に送出される。この構造の混合攪拌機は、ピン型混合攪拌機と呼ばれており、例えば、米国特許（USP）第3,459,620号明細書に開示されている。

混合攪拌機内には、石膏ボードの比重を調整するための泡が供給される。泡を適正にスラリーに混合することは、殊に軽量石膏ボードの製造方法において重要視されてきた事情がある。スラリーに対する効果的な泡の混合を意図した技術として、以下の先行技術が挙げられる。

- (1) 特開平08-25342号公報「混合攪拌機及び混合攪拌方法」
- (2) 特表平11-501002号公報「発泡石膏製品を製造する方法」
- 15 (3) 米国特許第6,494,609号公報「スラリー混合攪拌機排出口 (Slurry Mixer Outlet)」

また、比較的大寸法且つ強固な石膏硬化物（粕）が混合攪拌機から石膏ボード原紙上に供給されることがある。これに起因して石膏ボード製造装置の連続運転が中断するのを回避するための技術として、次の先行技術が挙げられる。

- (4) 特開2000-6137号公報「混合攪拌機及び該混合攪拌機を用いた石膏ボードの製造方法」
- (1) 上記特開平08-25342号公報には、比重差の大きい異種の石膏スラリーを単独の混合攪拌機によって石膏ボード原紙上等に供給可能にする混合攪拌機及び混合攪拌方法が開示されている。特開平08-25342号に記載された混合攪拌機は、上板外周部から回転盤に近接するレベルまで垂下した境界壁を有し、境界壁は、混合攪拌機内を2つの領域（外周領域及び内方領域）に区画する。石膏ボードコア用スラリー

(低比重スラリー)の容積を調整するための泡を供給する泡供給部が、筐体上板の外周領域に配置される。複数のスラリー分取口が、泡供給部の回転方向上流側において筐体の円環壁、或いは、筐体下板の外周領域に配置される。また、スラリー排出口が、泡供給部の回転方向下流側において円環壁、或いは、下板の外周領域に配置される。スラリー分取口及びスラリー排出口は、泡混入量が異なるスラリーを機外に夫々送出することができ、従って、比重が相違する異種スラリーを石膏ボード製造装置の所定部分に夫々供給することができる。特開平08-25342号公報は又、中空連結部を介してスラリー排出口に連結したスラリー給送管(「垂直シュート」又は「キャニスター」ともいう。)の上端部に第2泡供給部(供給管)を配置し、スラリー給送管内のスラリー(コア用スラリー)に泡を供給する構成を開示している。このような装置構成によれば、比重の異なる異種スラリーを単一の混合攪拌機によって更に効率的に調製し、泡剤使用量を削減することができる。

この構成の混合攪拌機によれば、石膏ボードの製造速度(生産速度)を比較的低速に設定し、スラリー流量を増大しない限り、泡を均一に混合した非常に良質のスラリーを石膏ボード原紙上等に供給することが可能となる。しかしながら、石膏ボード製造速度を高速化し、スラリー流量を増大すると、泡とスラリーとが均一に混合しない現象が生じると判明した。即ち、上記特開平08-25342号公報の混合攪拌機では、石膏ボード製造速度を高速化すると、泡及びスラリーの良好な混合状態が得られず、例えば、石膏ボードのコア(芯)と、コアを被覆する石膏ボード用原紙との界面に大きな気泡が抱き込まれる現象(所謂「ふくれ」と呼ばれる不良)が発生し易い。これは、米国特許第6,494,609号公報に記載された如く、スラリー給送管内における渦の効果、遠心作用及び比重差によってスラリー及び泡の分離現象がスラリー給送管内で発生することに起因すると考えられる。

(2) 特表平11-501002号公報には、スラリー容積調整用の水性

5 泡沫の注入箇所を適切に位置決めし、混合攪拌時の泡沫の破壊を最少化する混合攪拌機の構造が開示されている。この混合攪拌機では、泡沫注入部が、例えば、焼石膏供給口よりもスラリー排出口に相対的に近い位置において上板又は環状周辺壁に配置され、或いは、スラリー排出口に  
10 接続したスラリー排出管に配置される。また、特表平 1 1 - 5 0 1 0 0 2 号公報の混合攪拌機は、スラリー排出口とは別の出口からエッジ用スラリーを分取する構成を備えており、上記特開平 0 8 - 2 5 3 4 2 号に開示された混合攪拌機と同様、スラリー容積調整用の泡をコア用スラリーだけに供給することができる。

10 しかし、特表平 1 1 - 5 0 1 0 0 2 号公報の混合攪拌機は、スラリー給送管に相当する構造を備えておらず、コア用スラリーは、排出管から直に石膏ボード原紙上に吐出される。即ち、特表平 1 1 - 5 0 1 0 0 2 号公報の混合攪拌機は、混合攪拌機の円環壁に取付けた排出管を介して混合攪拌機内のスラリーを直ちにボード原紙上に吐出する構造を備える。  
15 このため、排出管又はその近傍の泡供給口から供給した泡は、スラリー流量の増大時にスラリーに十分に混入し且つ分散することができない。従って、この構成の混合攪拌機は、石膏ボード製造速度の高速化に適応し難い。

(3) 米国特許第 6, 4 9 4, 6 0 9 号公報に開示された遠心混合攪拌機  
20 は、接線方向出口を円環壁に備えており、混合攪拌機の混練領域に開口した接線方向出口と連通する細長いスラリー導管が混合攪拌機に接続される。導管は、石膏ボード成形領域にスラリーを吐出可能な吐出口を備える。背圧を形成する絞りが導管に設けられ、混合攪拌機内のスラリー  
25 充滿状態が背圧により維持される。減圧器（レジューサ）が導管の吐出口に設けられ、スラリーの吐出圧力が減圧される。このような構成の混合攪拌機によれば、導管内を流動するスラリーは、混合攪拌機のスラリー排出口からスラリー吐出口までのスラリー給送経路において概ね層流状態で流動する。米国特許第 6, 4 9 4, 6 0 9 号公報の混合攪拌機は、

次の点を考慮し、キャニスターの使用を要しない石膏スラリー用混合攪拌機を提供しようとするものである。

①キャニスター（上記「スラリー給送管」に対応する。）を備えた従来の混合攪拌機においてキャニスター内に渦が生じ、キャニスター内に空間が形成される。

②このような空間の形成により、石膏粕の硬化物がキャニスター内に生成し、これに起因したスラリー供給路の詰まりが発生する。

③キャニスター内における渦流の形成および遠心力の発生に伴い、スラリーがキャニスター内壁面に押付けられるのに対し、泡はキャニスター中心部に留まる傾向があることから、高密度な一部のスラリーが比較的低密度の泡と分離してしまう不都合が生じる（従って、泡とスラリーの均一な混合を図る観点からみると、キャニスターは、不利な作用をもたらす）。

米国特許第 6, 4 9 4, 6 0 9 号公報に開示された混合攪拌機では、スラリー導管中でスラリーを層流化し、この状態のスラリーに泡を混合するので、泡及びスラリーを均一に混合することができる。この点において、米国特許第 6, 4 9 4, 6 0 9 号公報の混合攪拌機は、石膏ボード製造速度の高速化に適応し得るかもしれない。しかしながら、石膏ボードの製造速度を増大し、スラリー導管のスラリー流量が増大すると、この構造の混合攪拌機においても、泡及びスラリーの不安定な混合状態が発生する。また、スラリーの層流化のために細長い導管を使用するので、スラリーが導管内に付着し、石膏の硬化物（粕）が管内に生成し易い。成長した硬化物（粕）は、いずれは、スラリーとともに石膏ボード用原紙上に流出する。このような硬化物（粕）は、ボード用原紙の紙切れの問題を生じさせ、石膏ボード製造工程を中断する必要を生じさせることから、石膏ボード製造装置の連続運転上の障害となる。従って、米国特許第 6, 4 9 4, 6 0 9 号公報に記載された如く、導管内におけるスラリーの付着及び硬化塊の成長を防止すべく、オペレーターが導管及

び／又は吐出口を15分程度の間隔で定期的に揉み解す作業が必要となる。

(4) 特開2000-6137号公報には、原紙切れの問題を生じさせる大寸法且つ強固な粕が混合攪拌機から機外に排出されるのを規制し、これにより、石膏ボード製造装置の連続運転を中断することなく、石膏ボードを安定生産可能にする混合攪拌機の構造が開示されている。混合攪拌機のスラリー排出口には、選別通し開口部を有するアタッチメントが配置される。選別通し開口部は、開口寸法に比して相対的に寸法が大きい強固な粕をフィルタリングし、このような粕が石膏ボード原紙上に供給されるのを防止する。なお、この混合攪拌機においては、粉体原料、液体（水）及び泡の各供給管は、混合攪拌機筐体の内方領域に位置する上板の部分に接続され、混合攪拌機内に投入された泡は、スラリーとともに混合攪拌機内で十分に攪拌、混合される。

上記特開2000-6137号公報に記載された混合攪拌機は、混合攪拌機の内方領域において泡供給口を上板に配置した構成のものであることから、泡及びスラリーは、混合攪拌機による十分な攪拌作用を受け、泡及びスラリーの均一混合が図られる。しかしながら、この構成では、比較的多量の泡が強い攪拌作用を受けて破壊される結果を招くので、その破泡量に相当する分だけ泡剤を増量しなければならず、泡剤使用量が増大する。この傾向は、石膏ボードの製造速度が高速化するにつれて更に顕著になるので、製造コストを抑制する上で不都合が生じる。

従って、従来の混合攪拌機では、石膏ボード製造ラインを高速化すると、泡の均一な混合、大流量のスラリーの安定供給、そして、泡剤の使用量のいずれかに問題が生じていた。

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、スラリー連続流し込み成型法の石膏ボード製造ラインの高速化に適応し、泡を均一に混合した大流量のスラリーを安定供給することができ、しかも、スラリーに供給すべき泡の使用量を低減すること

ができる石膏ボード製造用の混合攪拌機及び混合攪拌方法を提供することにある。

- 本発明は又、泡剤使用量を低減するとともに、製造速度を高速化し、生産性を向上することができるスラリー連続流し込み成型法の石膏ボード製造方法を提供することを目的とする。

### 発明の開示

- 本発明は、外周に円環壁を備えた扁平且つ円形の筐体と、  
該筐体内に配置され、所定の回転方向に回転する回転盤と、  
10 前記筐体内で混練された石膏スラリーを筐体外へ排出するために、前記円環壁に開口したスラリー排出口と、  
一方の開口端が前記スラリー排出口に接続し、他方の開口端が実質的に垂直円筒状のスラリー給送管に連結した中空連結部と、  
石膏スラリーに泡を供給する泡供給口とを有し、  
15 前記泡供給口は、前記スラリー排出口に流入する直前の石膏スラリーに泡を供給するようにスラリー排出口の回転方向上流側の円環壁に設けられ、又は、前記中空連結部に流入した石膏スラリーに泡を供給するように該中空連結部に設けられたことを特徴とする混合攪拌機を提供する。  
スラリーの比重は、混水量の要因を除けば、主に泡の混入量によって  
20 決定される。安定した比重を得る前提として、泡を均一にスラリーに混入する必要がある。本発明によれば、泡供給口は、混合攪拌機の回転盤の回転方向においてスラリー排出口の上流側（回転方向後方）で円環壁に開口し、又は中空連結部に開口する。泡供給口は、スラリー排出口の開口の直前において円環壁の壁面からスラリーに泡を供給し、或いは、  
25 中空連結部のスラリーに泡を供給する。泡は、従来は、混合攪拌機の上面（上板）から供給されていたが、本発明では、泡は、このように混合攪拌機の周壁又は中空連結部から供給され、スラリーと混合し、更に、その下流側に位置するスラリー給送管で混合する。これにより、スラリー

一流量を増大した状態で泡をスラリーに均一に混合することができる。  
しかも、泡は、混合攪拌機の攪拌衝撃を実質的に受けず、消失する泡の  
量は低減するので、泡剤の使用量をかなり削減することができる。かく  
して、混合攪拌機は、石膏ボード製造速度の高速化によりスラリー流量  
5 が増大した場合であっても、均一に泡を混入したスラリーを連続的に石  
膏ボード製造装置の所定領域、所定部位又は所定機器等に連続供給する  
ことができる。このような混合攪拌機は、スラリー流量を  $1 \text{ m}^3/\text{分}$  以上  
に増大した状態であっても、泡をスラリーに均一に混合することができる。

10 好ましくは、スラリー給送管の管内領域が円形横断面を有し、中空連  
結部は、スラリー給送管の管内領域の中心軸線に対して偏心した位置に  
連結し、スラリーは、管内領域で回転流動する。このような構成によれ  
ば、泡は、混合攪拌機の攪拌衝撃の作用による泡消失の効果を実質的に  
受けずにスラリーに混入し、スラリー及び泡は、中空連結部内を流動す  
15 る間に整流され、スラリー給送管内に流入する。中空連結部を偏心した  
位置に連結することによって、スラリー及び泡の回転流又は旋回流が、  
スラリー給送管内に発生する。スラリー及び泡は、スラリー給送管内を  
重力で流下しながら、回転流動し、比重差による泡とスラリーの分離は、  
抑制され、逆に、スラリー及び泡は、回転流動によって均一に混合する。

20 好ましくは、中空連結部は、スラリーを管内領域に接線方向に流入させ、  
管内領域のスラリーを回転盤の回転方向と逆の方向又は同じ方向に回転  
流動させる。管内領域のスラリーの回転方向は、回転盤の回転方向とは  
逆の方向であることが望ましい。なお、スラリー給送管は、通常は、石  
膏ボード生産ライン上を搬送される石膏ボード用原紙（下紙）の上に石  
25 膏スラリーを堆積させるように設計され、スラリーを連続的に下紙上に  
放出する。所望により、螺旋状の案内板又は絞りがスラリー給送管内に  
配設される。

好適には、中空連結部は、石膏スラリーを円環壁の接線方向に中空連

結部に流入させる。

更に好適には、中空連結部は、スラリ一流路を中空連結部内に形成する回転方向上流側及び下流側の壁面(47a, 47b)を有し、回転方向上流側の壁面(47a)は、筐体の法線(g)に対して90°～120°の角度に配置される。所望により、上流側及び下流側の壁面(47a, 47b)は、平行に配置される。更に好適には、回転方向下流側の壁面(47b)は、円環壁の内周面に対して鋭角に配置され、中空連結部のスラリ一流路に流入したスラリが混練領域の外周帯域(スラリ滞留帯域)に逆流又は還流するのを阻止する。

10  他の好適な構成として、泡供給口は、スラリ排出口に流入する直前のスラリに泡を供給するように、スラリ排出口の近傍に配置される。混合手段の一種として、スラリ排出口を通過するスラリに剪断力を与える複数の羽根が設けられ、羽根は、複数のスリットをスラリ排出口に形成する。好ましくは、水平又は垂直な厚さ1～5mm(t)の羽根が、  
15  等間隔に配置され、スリットを形成する。スリットの羽根間流路寸法

(h, w) は、4～15mmに設定される。混練領域に供給された混練成分は、攪拌混合されながら遠心力の作用により回転盤上を外方に移動し、スラリは、実質的に混合が完了した状態で混練領域の外周帯域に達する。泡供給口から混合攪拌機内のスラリに供給された泡は、混合攪拌  
20  機の遠心力を受けてスラリと一緒にスリットを通過する。即ち、泡はスラリ調製の最終段階で外周帯域のスラリに供給され、スラリ及び泡は、スリットを通過する際に強い剪断力を受け、混合する。スラリ排出口におけるスラリ及び泡の混合の結果、スラリ供給管内では、比重差による泡とスラリの分離が抑制され、むしろ、スラリ及び泡  
25  の混合がスラリ給送管内で更に促進する。なお、スラリ排出口の開ロ寸法及び形状は、通常は、幅100～500mm、高さ50～100mmの方形に設計される。しかしながら、スラリ排出口の数及び形状は、適当に設定することができ、例えば、複数のスラリ排出口を円環壁に

配設しても良い。同様に、泡供給口の数及び形状は、適当に設定することができ、例えば、複数の泡供給口を円環壁に配設しても良い。

5 所望により、羽根（ペーン）及びスリットを備えたアタッチメント、  
或いは、羽根、スリット及び泡供給口を一体化したアタッチメントが円  
環壁に着脱可能に取付けられる。望ましくは、スラリー排出口、中空連  
10 結部及びスラリー給送管を一体化したアタッチメントが予め用意され、  
アタッチメントは、円環壁に着脱可能に取付けられる。このようなアタ  
ッチメントの使用により、スラリー排出口の清掃又は交換等のメンテナ  
ンス時にアタッチメントを取外し又は交換したり、或いは、製造条件変  
10 更時や、石膏ボード品種切替時等に他の設計のアタッチメントに交換す  
る必要が生じたときに、アタッチメントを交換し、スラリー排出口の寸  
法、形状や、泡供給口の位置又は有無等が相違する異種設計のアタ  
ッチメントを混合攪拌機に簡単に取り付けることができる。

本発明は又、外周に円環壁を備えた扁平且つ円形の筐体と、該筐体内  
15 に配置され、所定の回転方向に回転する回転盤と、前記筐体内で混練さ  
れた石膏スラリーを筐体外へ排出するために、前記円環壁に開口したス  
ラリー排出口と、一方の開口端がスラリー排出口に接続し、他方の開口  
端が実質的に垂直円筒状のスラリー給送管に連結した中空連結部と、石  
膏スラリーに泡を供給する泡供給口とを有する石膏スラリーの混合攪拌  
20 機を用いた石膏スラリーの混合攪拌方法において、

前記筐体内に供給された粉体及び液体を前記回転盤の回転によって前  
記筐体内の混練領域で混練して石膏スラリーを調製し、該石膏スラリー  
を前記スラリー排出口から中空連結部に流出させる第1混合工程と、

25 前記スラリー排出口に流入する直前の石膏スラリーに泡を供給するよ  
うに前記泡供給口をスラリー排出口の回転方向上流側の円環壁に配置し、  
又は、前記中空連結部の石膏スラリーに泡を供給するように前記泡供給  
口を中空連結部に配置し、この泡供給口から石膏スラリーに泡を供給す  
るとともに、前記スラリー排出口又はその下流側でスラリー及び泡に剪

断力を与え、スラリー及び泡を混合する第2混合工程とを有することを特徴とする石膏スラリーの混合攪拌方法を提供する。

本発明の混合攪拌方法は、混練領域のスラリー調製工程（第1混合工程）と、スラリーに対する泡の供給・混合の工程（第2混合工程）とから構成される。泡は、混練領域の外周帯域からスラリー排出口を経てス  
5      スラリー給送管に至るスラリーの経路でスラリーに供給され、スラリーは、  
泡の供給直後に剪断力を受け、泡と混合する。泡は、混合攪拌機の攪拌  
衝撃による泡消失の影響を実質的に受けずに、スラリーに混入し、スラ  
リー排出口又はその下流側で混合する。従って、必要な泡剤使用量を大  
10      大きく低減することができる。しかも、泡は、第2混合工程でスラリーに  
均一に混合するので、スラリー流量を増大することができる。

好適には、泡は、スラリー排出口から流出する直前又は直後の石膏ス  
ラリーに供給される。円形横断面を有するスラリー給送管の管内領域と  
偏心したスラリー及び泡の流動体が、管内領域に接線方向に流入し、ス  
15      ラリー及び泡は、管内領域で回転流動する。スラリー及び泡は、回転流  
動時にスラリーに作用する剪断力によって混合する。

他の好適な構成として、複数のスリットを形成する複数の羽根がスラ  
リー排出口に配置され、スリットを通過する直前のスラリーに泡が供給  
され、スラリー及び泡は、スリット通過時にスラリーに作用する剪断力  
20      によって混合する。

これらの混合過程を同時に用いても良く、この場合、スラリー及び泡  
は、スリット通過時にスラリーに作用する剪断力によって混合するとと  
もに、回転流動時にスラリーに作用する剪断力によって更に混合する。

本発明は、上記構成の混合攪拌機を使用し、厚さ9.5mm、幅91  
25      0mmの石膏ボード（JIS A6901）を110m/分以上の製造  
速度で製造することを特徴とする石膏ボードの製造方法を提供する。こ  
の製造速度は、厚さ12.5mm、幅910mm（JIS A6901）  
の石膏ボードの製造工程においては、約85m/分以上の製造速度に相

当する。

本発明は又、上記構成の混合攪拌機を使用し、 $1\text{ m}^3$ /分以上の流量の石膏スラリーを成型手段通過時の石膏ボード原紙の間に供給することを特徴とする石膏ボードの製造方法を提供する。

- 5 本発明の石膏ボードの製造方法によれば、軽量石膏ボードの生産性を大きく向上することができ、軽量石膏ボードの製造において殊に顕著且つ有益な効果が得られる。

#### 図面の簡単な説明

- 10 図 1 は、石膏ボードの成型工程を概略的に示す工程説明図である。

図 2 及び図 3 は、本発明の第 1 実施形態を示す混合攪拌機の平面図及び斜視図であり、図 4、図 5 及び図 6 は、混合攪拌機の内部構造を示す横断面図、縦断面図及び部分破断斜視図である。

- 15 図 7 は、混練領域、中空連結部及びスラリー給送管の構成を幾何学的に示す概略平面図である。

図 8 は、本発明の第 2 実施形態を示す混合攪拌機の横断面図及び部分拡大横断面図であり、図 9 は、混練領域、中空連結部及びスラリー給送管の構成を幾何学的に示す概略平面図である。

- 20 図 10 は、アタッチメントの構造を示す斜視図及び部分拡大縦断面図である。

図 11 は、図 10 に示すアタッチメントの変形例を示す斜視図及び部分拡大横断面図である。

図 12 は、ガイド部材の各種変形例を示すアタッチメントの部分拡大断面図である。

- 25 図 13 は、泡供給管、中空連結部及びスラリー給送管を一体化したアタッチメントを示す斜視図であり、図 14 は、図 13 に示すアタッチメントの取付け状態を示す斜視図である。

図 15 は、アタッチメントの横断面図であり、図 16 は、アタッチメ

ントの本体部分の構造を示す正面図、横断面図及び背面図である。

図 1 7 及び図 1 8 は、本発明の第 3 実施形態を示す混合攪拌機の平面図及び斜視図であり、図 1 9 及び図 2 0 は、図 1 7 及び図 1 8 に示す混合攪拌機の内部構造を示す横断面図及び部分破断斜視図である。

5 図 2 1 は、泡供給管、中空連結部及びスラリー給送管を一体化したアタッチメントを示す斜視図及び部分拡大縦断面図である。

図 2 2 は、混練領域、中空連結部及びスラリー給送管の構成を幾何学的に示す概略平面図である。

10 図 2 3 は、アタッチメントの構造を示す横断面図、側面図及び斜視図である。

図 2 4 は、アタッチメントの構造の変形例を示す横断面図及び側面図である。

図 2 5 は、アタッチメントの構造の他の変形例を示す正面図、横断面図及び背面図である

15 図 2 6 は、図 1 7 ～図 2 2 に示す混合攪拌機の変形例を幾何学的に示す概略平面図である。

図 2 7 は、スラリー中の泡の混ざり具合、泡剤の使用量および石膏ボードの製造速度に関する実施例 1 ～ 6 及び比較例 1 ～ 5 の試験結果を示す図表である。

20

### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

25 図 1 は、石膏ボードの成型工程を部分的且つ概略的に示す工程説明図である。

石膏ボード用原紙の下紙 1 が、生産ラインに沿って搬送される。混合攪拌機(Mixer) 1 0 が、搬送ラインと関連する所定位置、例えば、搬送ラインの上方に配置される。粉体（焼石膏、接着助剤、硬化促進剤、添

加剤、混和材等）、泡及び液体（水）が混合攪拌機 10 に供給される。混合攪拌機 10 は、これらの原料を混練し、管路 12（12a、12b）、14 を介してスラリー（焼石膏スラリー）3 を下紙 1 上に供給する。管路 14 は、下紙 1 の幅方向中央領域にスラリー 3 を吐出するように位置  
5 決めされる。管路 12a、12b は、下紙 1 の幅方向両端部分（エッジ領域）にスラリー 3 を夫々吐出するように配管される。

下紙 1 は、スラリー 3 とともに移送され、一對の成型ローラ 18、18 に達する。上紙 2 が、上位ローラ 18 の外周を部分的に周回して、搬送方向に転向する。転向した上紙 2 は、下紙 1 上のスラリー 3 に接し、  
10 下紙 1 と実質的に平行に搬送方向に搬送される。下紙 1、スラリー 3 及び上紙 2 からなる 3 層構造の連続的な積層体が成型ローラ 18、18 の下流側に形成される。この積層体は、スラリー硬化反応の進行を伴いながら搬送速度 V で連続走行し、粗切断ローラ 19、19 に達する。なお、成型ローラ 18、18 に換えて、押出成型機（Extruder）を用いた成  
15 形方法や、矩形開口部を有するゲートに積層体を通す成型方法など、種々の成型方法を用いることができる。

粗切断ローラ 19、19 は、連続的な積層体を所定長の板体に切断する。これにより、石膏を主体とする芯を石膏ボード用原紙で被覆してなる板状体、即ち、石膏ボードの原板が形成される。粗切断された積層体  
20 は更に、乾燥機に通され、強制乾燥される。乾燥後の積層体は、所定の製品長に切断され、かくして、石膏ボード製品が製造される。

図 2 ～ 図 6 には、本発明の混合攪拌機の第 1 実施形態が示されている。図 2 及び図 3 は、混合攪拌機 10 の全体構成を示す平面図及び斜視図であり、図 4、図 5 及び図 6 は、混合攪拌機 10 の内部構造を示す横断面  
25 図、縦断面図及び部分破断斜視図である。

図 2 及び図 3 に示すように、混合攪拌機 10 は、扁平な円筒状筐体又はハウジング 20（以下、「筐体 20」という。）を備える。筐体 20 は、水平な円盤状上板又は上蓋 21（以下、「上板 21」という。）と、

水平な円盤状下板又は底蓋 2 2（以下、「下板 2 2」という。）と、上板 2 1 及び下板 2 2 の外周部分に配置された円環壁又は外周壁 2 3（以下、「円環壁 2 3」という。）とから構成される。上板 2 1 及び下板 2 2 は、上下方向に所定間隔を隔てており、粉体及び液体（水）を混練可能な混練領域を混合攪拌機 1 0 内に形成する。上板 2 1 の中心部には、円形開口部 2 5 が形成される。垂直な回転軸 3 0 の拡大下端部 3 1 が円形開口部 2 5 を貫通する。回転軸 3 0 は、回転駆動装置、例えば、電動モータ（図示せず）に連結され、所定の回転方向（本例では、上方から見て時計廻り方向 R）に回転する。所望により、変速装置、例えば、変速歯車装置又はベルト式変速機等が、回転軸 3 0 と回転駆動装置の出力軸との間に介装される。

混練すべき粉体成分を供給する粉体供給管 1 5 が上板 2 1 に接続される。混練用水を供給する給水管 1 6 が上板 2 1 に接続される。所望により、混合攪拌機 1 0 の過大な内圧上昇を規制可能な内圧調整装置等（図示せず）が上板 2 1 に接続される。

泡供給管 4 0 が、円環壁 2 3 に接続される。泡供給管 4 0 の泡供給口 4 1 が、円環壁 2 3 の内周壁面に開口する。泡供給管 4 0 は、スラリーの容積を調整するための泡を混合攪拌機 1 0 内の混練成分に供給する。スラリー排出口 4 5 が円環壁 2 3 に形成される。スラリー排出口 4 5 は、泡供給口 4 1 の回転方向下流側に位置決めされる。スラリー排出口 4 5 は、泡供給口 4 1 の近傍で円環壁 2 3 の内周面に開口する。

中空連結部 4 7 の拡大開口端が、スラリー排出口 4 5 の開口縁部に接続される。中空連結部 4 7 は、円環壁 2 3 の外方に延びる。中空連結部 4 7 の縮小開口端がスラリー給送管 4 6 の上端部に連結される。

スラリー給送管 4 6 の反対側では、分取口 4 8 a、4 8 b が円環壁 2 3 に配設される。配管 1 2 a、1 2 b が、分取口 4 8 a、4 8 b に夫々連結される。分取口 4 8 a、4 8 b は、所定の角度間隔  $\alpha$  を隔てて配置される。粉体供給管 1 5 及び給水管 1 6 の各供給口は、角度間隔  $\alpha$  の範

囲内において、上板 2 1 の中央領域に開口する。

図 4 に示す如く、スラリー排出口 4 5 は、回転方向 R の方向に分取口 4 8 a から所定の角度間隔  $\beta$  を隔てて円環壁 2 3 に配置される。泡供給管 4 0 は、角度  $\beta$  の角度範囲内で円環壁 2 3 に接続される。泡供給口 4 1 は、スラリー排出口 4 5 の上流側に配置され、スラリー排出口 4 5 に近接した位置に位置決めされる。泡供給管 4 0 は、スラリー排出口 4 5 から流出しようとするスラリーに対して、その直前に所定量の泡を供給する。

図 7 は、円環壁 2 3、スラリー給送管 4 6 及び中空連結部 4 7 の幾何学的構成を示す概略平面図である。図 7 には、回転円盤 3 2 の中心軸線 1 0 b から延びる法線 G、K が仮想線で示されている。

中空連結部 4 7 は、上流側の垂直側壁 4 7 a、下流側の垂直側壁 4 7 b、水平な頂壁 4 7 c (図 3) および水平な底壁 4 7 d によって形成される。垂直側壁 4 7 a は、混合攪拌機 1 0 の法線 G に対して所定角度  $\theta_4$  をなして傾斜する。中空連結部 4 7 は、垂直側壁 4 7 a の傾斜によって、混合攪拌機 1 0 の混練領域 1 0 a に向かって拡開する。中空連結部 4 7 は、混練領域 1 0 a のスラリーを概ね接線方向に受入れ、スラリー給送管 4 6 に案内する。

スラリー排出口 4 5 の回転方向上流側の縁部 (垂直側壁 5 3) は、垂直側壁 4 7 a と連続し、スラリー排出口 4 5 の回転方向下流側の縁部 (垂直側壁 5 4) は、垂直側壁 4 7 b と連続する。垂直側壁 5 3 は、概ね円環壁 2 3 の接線方向に配向され、垂直側壁 5 4 及び垂直側壁 4 7 b は、概ね直径方向に配向される。垂直側壁 4 7 a の延長線と法線 G とは、交点 F で交差し、交点 F の交差角度  $\theta_4$  ( $= 180^\circ - \gamma + \theta_2 - \theta_1$ ) は、90 ~ 180 度の角度範囲内に設定される。好ましくは、角度  $\theta_4$  は、90 ~ 105 度の範囲内に設定される。交差角度  $\theta_4$  は、90 度 (直角) に好ましく設定することができ、この場合、垂直側壁 4 7 a は、円環壁 2 3 の接線方向に延びる。

泡供給口 4 1 の中心と垂直側壁 5 3 の内端 J との角度間隔  $\theta_2$  は、0  
～ 90 度の範囲内に設定される。角度間隔  $\theta_2$  は、好ましくは、0 ～ 3  
0 度の範囲内、更に好ましくは、0 ～ 15 度の範囲内に設定され、泡供  
給口 4 1 は、垂直側壁 5 3 に近接する。泡供給管 4 0 は、法線 K に対し  
5 て角度  $\theta_3$  をなして円環壁 2 3 に接続される。角度  $\theta_3$  は、0 ～ 90 度  
の角度範囲内、好ましくは、0 ～ 60 度の角度範囲内、更に好ましくは、  
0 ～ 30 度の角度範囲内に設定される。なお、本発明の目的を損なわな  
い限り、例えば -30 ～ 0 度の範囲内に角度  $\theta_3$  を設定し、回転方向 R  
の流体と対向するように泡供給口 4 1 を向けた状態で、泡供給管 4 0 を  
10 円環壁 2 3 に接続しても良い。

図 4 ～ 図 6 に示すように、筐体 2 0 内には、回転円盤 3 2 が回転可能  
に配置される。回転円盤 3 2 の中心部が、回転軸 3 0 の拡大下端部 3 1  
の下端面に固定される。回転円盤 3 2 の中心軸線 1 0 b は、回転軸 3 0  
の回転軸線と一致する。回転円盤 3 2 は、回転軸 3 0 の回転により、矢  
15 印 R で示す方向（時計廻り方向）に回転する。

筐体 2 0 の内部領域 1 0 a は、仮想の境界 2 6 によって、内方領域と  
外周領域とに区分することができる。所望により、上板 2 1 の下面から  
垂下する環状隔壁 2 6'（図 5 及び図 6 に仮想線で示す）を境界 2 6 に  
沿って筐体 2 0 内に設けても良い。この場合、環状隔壁 2 6' は、円環  
20 壁 2 3 と実質的に同心に配置され、内部領域 1 0 a は、耐磨耗性リング  
2 3 a の近傍に位置する外周領域と、筐体 2 0 の半径方向内方に位置す  
る内方領域とに明確に区画される。なお、耐磨耗性リング 2 3 a は、円  
環壁 2 3 の内壁面に固定される。

多数の下位ピン（移動ピン）3 8 が、概ね半径方向に延びる複数列の  
25 形態で、回転円盤 3 2 上に配列される。下位ピン 3 8 は、内方領域に位  
置する回転円盤 3 2 の上面に垂直に固定される。多数の歯形部 3 7 が回  
転円盤 3 2 の外周領域に形成される。各歯形部 3 7 は回転方向且つ外方  
に被混練流体（スラリー）を押圧ないし付勢する。各歯形部 3 7 上にも

又、複数のピン 36 が垂直に固定される。

図 5 及び図 6 に示す如く、多数の上位ピン（静止ピン）28 が、上板 21 に固定される。上位ピン（静止ピン）28 は、内部領域 10a に垂下する。上下のピン 28、38 は、回転円盤 32 の半径方向に交互に配置され、円盤の回転時に相対移動し、筐体 20 内に供給された石膏ボードの原料を混合攪拌する。図 4～図 6 には、真円形断面のピン 28、36、38 が示されているが、ピン 28、36、38 は、特開 2000-262882 号公報に記載される如く、多角形断面又は楕円形断面のピンであっても良い。

図 8～図 10 には、本発明の混合攪拌機の第 2 実施形態が示されている。図 8 は、混合攪拌機 10 の内部構造を示す横断面図及び部分拡大断面図であり、図 9 は、図 8 に示す円環壁 23、スラリー給送管 46 及び中空連結部 47 の幾何学的構成を示す概略平面図である。また、図 10 (A) は、スラリー排出口 45 の構造を示す部分斜視図であり、図 10 (B) は、スラリー排出口 45 のスリット構造を示す拡大縦断面図である。

図 8 及び図 10 に示す如く、アタッチメント 50 がスラリー排出口 45 の拡大開口端に着脱可能に取付けられる。アタッチメント 50 は、複数の水平ガイド部材 51 を備える。アタッチメント 50 の取付け手段として、嵌合構造、接着、溶接、或いは、クランプ又はボルト等の締付け具又は係止具による固定、締付け又は係止などの慣用的な取付け手段を採用することができる。

中空連結部 47 の拡大開口端（幅 W、高さ H）は、円環壁 23 に接続され、中空連結部 47 の縮小開口端は、スラリー給送管 46 に接続される。中空連結部 47 の側壁 47a、47b、頂壁 47c 及び底壁 47d は、スラリー給送管 46 に向かって縮小する方形断面のスラリ一流路をスラリー排出口 45 及びスラリー給送管 46 の間に形成する。

図 10 (A) に示す如く、水平ガイド部材 51 は、スラリー排出口 45 の全幅に亘って延びる。各ガイド部材 51 の両端部は、アタッチメント

5 0 の左右の縦枠（垂直側壁 5 3、5 4）に固定される。ガイド部材 5 1 は、等間隔（間隔 P）に配列される。

ガイド部材 5 1 は、図 1 0 (B) に示すように、方形断面の金属製帯板  
又は樹脂製帯板からなる。ガイド部材 5 1 の断面寸法は、厚さ  $t = 1 \sim$   
5 5 mm、奥行  $D = 5 \sim 50$  mm（好ましくは、奥行  $D = 10 \sim 20$  mm）に  
設定される。ガイド部材 5 1 は、周方向に延びる複数の水平羽根をスラ  
リー排出口 4 5 に形成する。ガイド部材 5 1 の間には、高さ  $h$  ( $h = P$   
 $- t$ )、幅  $w$  ( $w = W - \text{アタッチメントの縦枠の幅}$ )、奥行  $d$  ( $d = D$ )  
の水平スリット 5 2 がスラリー流路として形成される。高さ  $h$  は、4 ~  
10 1 5 mm の範囲内に設定される。

スラリー排出口 4 5 は、ガイド部材 5 1 によって複数のスリット 5 2  
に分割される。混合攪拌機 1 0 の混練領域 1 0 a は、各スリット 5 2 を  
介して中空連結部 4 7 内のスラリー流路 4 7 e と連通する。

好ましくは、各ガイド部材 5 1 の端部を嵌込み可能な複数の溝（図示  
15 せず）が、左右の縦枠（垂直側壁 5 3、5 4）に上下方向に所定間隔を  
隔てて整列配置される。このようなアタッチメント 5 0 によれば、運転  
条件又はスラリー配合の変更等に伴ってスリット寸法等を変更する必要  
が生じた場合、ガイド部材 5 1 及びアタッチメント 5 0 を適切な組合せ  
又は組付け状態のものに変更し、スリット寸法を最適化することができる。  
20 る。また、このような構造のアタッチメント 5 0 の採用により、ガイド  
部材 5 1 のみを新規なものに適宜交換し、或いは、適切な形状又は材質  
のガイド部材 5 1 に適宜交換することができる。他の手段として、多種  
のスリット寸法又はスリット形状を備えた多種のアタッチメント 5 0 を  
予め用意し、運転条件又はスラリー配合の変更等に応じてアタッチメン  
25 ト 5 0 全体を交換するようにしても良い。

次に、第 1 及び第 2 実施形態に関し、混合攪拌機 1 0 の作動を説明す  
る。

回転駆動装置の作動により、回転円盤 3 2 は、矢印 R 方向に回転駆動

されるとともに、混合攪拌機 10 で混練すべき成分（粉体）及び混練用水が、粉体供給管 15 及び給水管 16 を介して混合攪拌機 10 内に供給される。混練成分及び給水は、混合攪拌機 10 の内方領域に導入され、攪拌混合されつつ、遠心力の作用により、回転円盤 32 上を径方向外方に移動し、境界 26 を超えて外周領域に移動する。歯形部 37 上のピン 36 は、耐磨耗性リング 23 a の内周面に付着したスラリーを掻き落とし、或いは、削り落とす。

混練領域 10 a に生成したスラリーは、歯形部 37 によって外方且つ回転方向前方に押圧され、スラリー排出口 45 から中空連結部 47 に流出する。スラリーは更に、中空連結部 47 からスラリー給送管 46 内に流入する。泡供給管 40 の泡供給口 41 は、スラリー排出口 45 から流出する直前のスラリーに所要量の泡を供給し、泡は、外周領域の混練成分に混入する。

第 1 実施形態（図 2 ～ 図 7）の混合攪拌機 10 において、泡供給口 41 は、スラリー排出口 45 から流出する直前のスラリーに泡を外周面から供給する。スラリー流量を増大した状態であっても、泡は、スラリーに均一に混合する。泡は、混合攪拌機の攪拌衝撃を実質的に受けず、消失する泡の量は低減する。

第 2 実施形態（図 8 ～ 図 10）の混合攪拌機 10（ガイド部材 51 を備える）においては、スラリーは、泡の供給を受けた直後に速やかにスリット 52 内に流入する。混合攪拌機 10 の遠心力によってスリット 52 に流入したスラリー及び泡は、ガイド部材 51 の表面に沿って流動する際に、強い剪断力を受け、混合する。

泡を混入したスラリーは、中空連結部 47 を介してスラリー給送管 46 に流入し、スラリー給送管 46 内で回転力及び剪断力を受け、更に均一に混合した後、管路 14（図 1）を介して、下紙 1 の幅方向中央領域に吐出する。スラリー給送管 46 は、機外攪拌領域を構成する。

外周領域のスラリーは又、泡供給口 41 及び中空連結部 47 の上流（回

転方向後方)に配置された分取口48a、48bを介して、配管12a、12bに流入する。配管12a、12bのスラリーは、下紙1(図1)のエッジ領域に吐出する。分取口48付近のスラリーは、泡供給口41に達する前のスラリー、即ち、泡が供給される前のスラリーである。従って、分取口48を介してエッジ領域に給送されるスラリーは、比較的比重が高い。

混合攪拌機10は、スラリー給送管46及び管路14を介して比較的低比重のスラリーを下紙1の中央領域に供給し、分取口48及び管路12を介して比較的高比重のスラリーを下紙1の各エッジ領域に供給する。このような混合攪拌機10によれば、単独の混合攪拌機によって低比重のスラリー及び高比重のスラリーをそれぞれ調製し、石膏ボード生産ラインの所望の部位に各比重のスラリーをそれぞれ供給することができる。所望の部位としては、石膏ボード原紙に予め高比重のスラリーを塗布し、被膜を形成するためのロールコートや、石膏ボード原紙のエッジ領域に供給されるスラリーに水や各種添加剤を配合混合するための副ミキサー等、当業者に周知の各種のものが例示される。石膏ボード生産ライン(図1)によって乾燥機に搬送される石膏ボード原材料は、比較的軽比重のスラリーを中央領域に含み、比較的重比重のスラリーをエッジ領域に含む。このような石膏ボード原材料は、搬送ライン下流側の乾燥機において均一に乾燥される。

本発明者は、次の運転状態を比較した。

(1)混合攪拌機10の中央領域のスラリーにだけ泡を混入し、硬化後の石膏ボードのボードコアの比重を $0.65 \sim 0.70 \text{ g/cm}^3$ に設定した運転状態

(2)本発明に従って、泡供給管40の泡供給口41からスラリーに泡を投入し、同じく、硬化後の石膏ボードのボードコアの比重を $0.65 \sim 0.70 \text{ g/cm}^3$ に設定した運転状態

泡供給口41から泡を投入した後者の運転状態(本発明)では、泡剤

使用量を約 35% 削減することが可能であった。

図 11(A) は、図 10 に示すアタッチメントの変形例を示す混合攪拌機の部分斜視図であり、図 11(B) は、図 11(A) に示すスラリー排出口 45 のスリット構造を示す拡大横断面図である。

- 5 図 11 に示す実施形態では、アタッチメント 50 は、円環壁 23 の内周壁面に沿って等間隔（間隔 P）に配置された複数の垂直ガイド部材 51 を備える。各ガイド部材 51 の上端部は、アタッチメント 50 の上枠に固定され、各ガイド部材 51 の下端部は、アタッチメント 50 の下枠に固定される。ガイド部材 51 は、多数の垂直羽根を形成し、羽根間流路寸法 w の垂直スリット 52 が、スラリー排出口 45 に形成される。各スリット 52 は、各ガイド部材 51 の間隔 P 及び奥行 D に相応する流路断面及び流路長のスラリ一流路（幅 w、高さ h、奥行 d）を形成する。かくして、スラリー排出口 45 は、ガイド部材 51 により、複数のスリット 52 に分割され、混合攪拌機 10 の混練領域 10a は、各スリット 52 を介して中空連結部 47 のスラリ一流路 47e と連通する。
- 10
- 15

図 12 は、ガイド部材 51 の各種変形例を示すアタッチメントの部分拡大断面図である。

- 図 12 に示す如く、ガイド部材 51 は、スラリーを円滑に流出するように回転方向 R の方向に傾斜しても良い（図 12(A)）。ガイド部材 51 の断面は、必ずしも方形断面に限定されず、例えば、スラリ一流出方向に縮小する断面（図 12(B)、図 12(D)）、或いは、スラリーの流動形態に相応して湾曲した弧状断面（図 12(C)）に成形しても良い。また、図 12(E) に示す如く、回転軸 51a を中心にガイド部材 51 を回動可能にアタッチメント 50 の枠体に支持しても良い。この場合、角度調節機構（図示せず）によって、回転方向 R 又は水平面に対する各ガイド部材 51 の傾斜角度  $\eta$  を可変設定することができる。傾斜角度  $\eta$  の調節により、スラリーに対する羽根の作用を調節し、スラリーに作用する剪断力を調節することができる。
- 20
- 25

図 1 3 は、泡供給管 4 0、泡供給口 4 1、中空連結部 4 7 及びスラリー給送管 4 6 を一体化したアタッチメント 5 0 を示す斜視図であり、図 1 4 は、図 1 3 に示すアタッチメント 5 0 を混合攪拌機 1 0 の円環壁 2 3 に取付けた状態を示す斜視図である。また、図 1 5 は、図 1 3 及び図 1 4 に示すアタッチメントの本体部分 5 7 及びブラケット 6 0 の構造を示す横断面図であり、図 1 6 は、本体部分 5 7 の構造を示す正面図、横断面図及び背面図である。

図 1 3 ～図 1 6 に示すアタッチメント 5 0 は、泡供給口 4 1、スラリー排出口 4 5 及びスリット 5 2 を備えた本体部分 5 7 と、本体部分 5 7 を円環壁 2 3 に取付けるための弧状ブラケット 6 0 とを備える。図 1 3 に示すように、本体部分 5 7 及びブラケット 6 0 は、一体的に連結される。ブラケット 6 0 には、スラリー排出口 4 5 と整合する開口部 6 1 が形成される。本体部分 5 7 は、比較的厚い弧状の板材からなり、法線 G (図 1 5、1 6) に対して角度  $\theta_4$  の方向に延びる垂直側壁 5 3 と、垂直側壁 5 3 と同様な方向に傾斜した垂直側壁 5 4 とを有する。これらの垂直側壁 5 3、5 4、水平頂壁 5 5 及び水平底壁 5 6 (図 1 6) は、スラリー排出口 4 5 を本体部分 5 7 の中央部に形成する。複数の水平ガイド部材 (水平羽根) 5 1 が、垂直側壁 5 3、5 4 に支持され、複数の水平スリット 5 2 が、スラリー排出口 4 5 に形成される。図 1 6 に示すように、ボルト孔 5 9 が、本体部分 5 7 の両端部に穿設され、本体部分 5 7 は、図 1 5 に示す如く、ブラケット 6 0 を貫通してボルト孔 5 9 に螺入するボルト 6 2 によって、ブラケット 6 0 に固定される。

図 1 3 に示すように、中空連結部 4 7 の拡大開口端がブラケット 6 0 に一体的に連結され、中空連結部 4 7 の縮小開口端がスラリー給送管 4 6 の上端部に一体的に連結される。このように一体化した本体部分 5 7、ブラケット 6 0、中空連結部 4 7 及びスラリー給送管 4 6 によって、円環壁 2 3 の開口部 4 9 に嵌込み可能な一体構造のアタッチメント 5 0 が形成される。

本体部分 5 7 には、泡供給口 4 1 が形成される。泡供給管 4 0 の先端部がブラケット 6 0 を貫通し、泡供給口 4 1 に連結される。泡供給口 4 1 は、垂直側壁 5 3 の縁 5 3 a (図 1 5) に近接した位置に配置される。

図 1 3 及び図 1 4 に示すように、アタッチメント 5 0 は、開口部 4 9  
5 に取付けられ、ボルト 6 3 によって円環壁 2 3 に固定される。これにより、中空連結部 4 7 及びスラリー給送管 4 6 を含む一連のスラリー供給系流路が混合攪拌機 1 0 に形成される。

このようなアタッチメント 5 0 によれば、アタッチメント 5 0 をボルト 6 3 により円環壁 2 3 に固定することにより、一連のスラリー供給系  
10 流路を混合攪拌機 1 0 に形成することができる。ボルト 6 3 を解放してアタッチメント 5 0 を円環壁 2 3 から取外すことにより、一連のスラリー供給系流路を一括して混合攪拌機 1 0 から取外することができる。これにより、アタッチメント 5 0 の清掃又は補修、或いは、部品交換等の維持管理を容易に行うことができ、或いは、他の設計又は仕様の各部寸法、  
15 構造又は材質を有する別のアタッチメントにアタッチメント 5 0 を比較的簡単に交換することができる。

図 1 7 ~ 図 2 6 には、本発明の混合攪拌機の第 3 実施形態が示されている。図 1 7 及び図 1 8 は、第 3 実施形態の混合攪拌機の構成を示す平面図及び斜視図であり、図 1 9、図 2 0 及び図 2 1 は、図 1 7 及び図 1  
20 8 に示す混合攪拌機の内部構造を示す横断面図、縦断面図、部分破断斜視図及び部分拡大断面図である。図 1 7 ~ 図 2 1 において、図 1 ~ 図 1 6 に示す構成要素と実質的に同じ構成要素については、同一の参照符号が付されている。

前述の各実施形態では、中空連結部 4 7 は、円環壁 2 3 に向かって拡  
25 開した構造を備えるが、本実施形態では、中空連結部 4 7 は、概ね均等な断面を有し、円環壁 2 3 の概ね接線方向に延びる。また、前述の実施形態では、スラリー排出口 4 5 は、ガイド部材 5 1 及びスリット 5 2 を備えるが、本実施形態では、スラリー排出口 4 5 は、スリット 5 2 及び

ガイド部材 5 1 を備えておらず、完全に開放している。

中空連結部 4 7 の一端は、円環壁 2 3 に接続され、中空連結部 4 7 の他端は、スラリー給送管 4 6 に接続される。中空連結部 4 7 を形成する垂直側壁 4 7 a、4 7 b、水平頂壁 4 7 c 及び水平底壁 4 7 d は、均一  
5 な方形断面のスラリー流路 4 7 e をスラリー排出口 4 5 及びスラリー給送管 4 6 の間に形成する。

図 2 1 に示すように、スラリー排出口 4 5 の上流側の縁は、垂直側壁 4 7 a と連続する垂直側壁 5 3 を形成し、スラリー排出口 4 5 の下流側の縁は、垂直側壁 4 7 b と連続する垂直側壁 5 4 を形成する。垂直側壁  
10 5 4 は、比較的鋭利な垂直縦杵 5 8 を形成する。回転方向上流側に差し向けられた鋭角  $\theta_3$  の縦杵 5 8 は、混練領域 1 0 a のスラリーをスラリー排出口 4 5 内に案内するとともに、スラリー排出口 4 5 内に流入したスラリーが破線（図 2 1（C））で示す如く混練領域 1 0 a に逆流又は還流するのを阻止する。このような縦杵 5 8 の形態は、円環壁 2 3 の内  
15 周壁のほぼ接線方向にスラリーを機外導出する上で重要である。

垂直側壁 4 7 a、4 7 b、5 3、5 4 は、法線 G に対して所定角度  $\theta_4$  方向に延びる。角度  $\theta_4$  は、90～180度、好ましくは90～105度の範囲内に設定される。更に好ましくは、角度  $\theta_4$  は、90度（直角）に設定され、垂直側壁 4 7 a は、円環壁 2 3 の接線方向に延びる。  
20 スラリー排出口 4 5 及び中空連結部 4 7 は、混合攪拌機 1 0 の混練領域 1 0 a に向かって開口し、混練領域 1 0 a のスラリーを円環壁 2 3 の内周壁の概ね接線方向から受入れ、スラリー給送管 4 6 に導出する。

図 2 2 は、混練領域 1 0 a、中空連結部 4 7 及びスラリー給送管 4 6 の幾何学的位置関係を示す概略平面図である。

25 混合攪拌機 1 0 の混練領域 1 0 a は、回転円盤 3 2 の回転中心 1 0 b を中心とする半径  $r_1$  の真円形横断面を有する。スラリー給送管 4 6 の管内領域 4 6 a は、垂直な中心軸線 4 6 b を中心とした半径  $r_2$  の真円形横断面を有する。中空連結部 4 7 は、スラリー給送管 4 6 に対して片

側（本例では円環壁 2 3 の側）に偏心した状態で接続される。このため、スラリ一流路 4 7 e は、片側に偏心した位置で管内領域 4 6 a に開口する。

混練領域 1 0 a からスラリ一流路 4 7 e 内に流出するスラリーは、流  
5 路中心 4 7 f を中心にスラリ一流路 4 7 e を流動し、円形横断面を有する管内領域 4 6 a にほぼ接線方向に流入する。管内領域 4 6 a に流入したスラリーには、管内領域 4 6 a 及びスラリ一流路 4 7 e の偏心により、旋回力又は回転力が与えられ、この結果、スラリーは、管内領域 4 6 a の内周壁面に沿って回転流動する。スラリーの旋回方向は、回転円盤 3  
10 2 の回転方向 R と逆方向（反時計廻り方向）であり、スラリーは、その回転流動により、混合・攪拌作用を受ける。

図 2 2 には、スラリ一流路 4 7 e を全体的にスラリー給送管 4 6 の片側半部に接続した状態が示されているが、スラリ一流路 4 7 e の一部がスラリー給送管 4 6 の他方の側の半部に部分的に開口するようにスラリ  
15 一流路 4 7 e をスラリー給送管 4 6 に接続しても良い。

泡供給口 4 1 は、スラリ一流路 4 7 e に流出する直前のスラリーに泡を供給するようにスラリー排出口 4 5 に近接して円環壁 2 3 の内周壁面に開口する。変形例として、泡供給口 4 1 は、図 2 2 に破線で示すように、スラリ一流路 4 7 e 内のスラリーに泡を供給するように垂直側壁 4  
20 7 a に開口しても良い。

次に、図 1 7 ～図 2 2 に示す混合攪拌機 1 0 の作動について説明する。

回転駆動装置の作動により、回転円盤 3 2 が矢印 R 方向に回転駆動されるとともに、混合攪拌機 1 0 で混練すべき成分（粉体）及び混練用水が、粉体供給管 1 5 及び給水管 1 6 を介して混合攪拌機 1 0 内に供給さ  
25 れる。混練成分及び給水は、混合攪拌機 1 0 の内方領域に導入され、攪拌混合されつつ、遠心力の作用により、回転円盤 3 2 上を外方に移動し、境界 2 6 を超えて外周領域に流動する。歯形部 3 7 上のピン 3 6 は、耐磨耗性リング 2 3 a の内周面に付着したスラリーを掻き落とし、或いは、

削り落とす。

混練領域 10 a に生成したスラリーは、歯形部 37 によって外方且つ回転方向前方に押圧され、概ね接線方向にスラリー排出口 45 から流出し、中空連結部 47 を介してスラリー給送管 46 内に流入する。泡供給管 40 は、スラリー排出口 45 から流出する直前のスラリーに対して、所要量の泡を供給し、泡は、外周領域のスラリーに混入する。スラリーは、泡の供給を受けた直後に速やかにスラリー排出口 45 から接線方向に中空連結部 47 に流出する。スラリー及び泡は、実質的に均一な断面のスラリ一流路 47 e 内で整流され、層流状態のスラリ一流として、スラリ一流路 47 e からスラリー給送管 46 の管内領域 46 a に流入する。なお、泡供給口 41 を垂直側壁 47 a に配置した場合、泡は、スラリー排出口 45 内に流入したスラリーに混入し、その直後にスラリ一流路 47 e からスラリー給送管 46 内に流入する。

管内領域 46 a に流入したスラリー及び泡は、スラリー給送管 46 の中心軸線 46 b を中心に旋回し、管内領域 46 a の内周壁面に沿って回転流動する。管内領域 46 a におけるスラリーの旋回運動又は回転運動により、スラリー及び泡は剪断力を受けて混合し、泡はスラリーに均一に分散する。スラリー給送管 46 内のスラリーは、重力下に管内領域 46 a を流下し、管路 14 (図 1) を介して、下紙 1 の幅方向中央領域に吐出する。

外周領域のスラリーは又、泡供給口 41 及びスラリー排出口 45 の上流 (回転方向後方) に配置された分取口 48 a、48 b を介して、配管 12 a、12 b に導入され、配管 12 a、12 b を介して、下紙 1 (図 1) のエッジ領域に吐出する。分取口 48 付近のスラリーは、泡供給口 41 に達する前のスラリー、即ち、泡が供給される前のスラリーである。従って、分取口 48 を介してエッジ領域に給送されるスラリーは、比較的比重が高い。

かくして、混合攪拌機 10 は、スラリー給送管 46 及び管路 14 を介

して比較的低比重のスラリーを下紙 1 の中央領域に供給し、分取口 4 8 及び管路 1 2 を介して比較的高比重のスラリーを下紙 1 の各エッジ領域に供給する。このような混合攪拌機 1 0 によれば、単独の混合攪拌機によって低比重のスラリー及び高比重のスラリーを夫々調整し、石膏ボード生産ラインの所望の部位に各比重のスラリーを夫々供給することができる。石膏ボード生産ライン（図 1）により乾燥機に搬送される石膏ボード原板は、比較的軽比重のスラリーを中央領域に含み、比較的重比重のスラリーをエッジ領域に含むので、搬送ライン下流側の強制乾燥機において均一に乾燥される。

- 10 前述の実施形態と同様、この構成の混合攪拌機 1 0 によってボードコア比重 0.65～0.70 の石膏ボードを製造した場合、泡剤使用量を約 35% 削減することが可能であると判明した。

図 2 3 は、スラリー排出口 4 5、中空連結部 4 7 及び泡供給管 4 0 を一体化したアタッチメント 5 0 の構成を示す横断面図、側面図及び斜視図である。

- 図 2 3 に示すアタッチメント 5 0 は、円弧状の本体部分 5 7 にスラリー排出口 4 5 を形成するとともに、中空連結部 4 7 及び泡供給管 4 0 を本体部分 5 7 に一体的に組付けた構成を有する。本体部分 5 7 を円環壁 2 3 に取付けるための弧状ブラケット 6 0 が、本体部分 5 7 の外側面に固定される。ブラケット 6 0 には、スラリー排出口 4 5 と整合する開口部 6 1 が形成される。中空連結部 4 7 の上流端がブラケット 6 0 に一体的に連結され、中空連結部 4 7 の下流端がスラリー給送管 4 6 の上端部に一体的に連結される。円環壁 2 3 には、本体部分 5 7 に相応する開口部が形成される。ブラケット 6 0 は、図 2 3（D）に示す如く、ボルト等の係止具 6 2 によって円環壁 2 3 に取付けられ、本体部分 5 7 の内周壁面 5 7 a が、円環壁 2 3 の一部を構成する。

このようなアタッチメント 5 0 によれば、アタッチメント 5 0 を円環壁 2 3 から取外すことにより、その清掃又は補修、或いは、部品交換等

の維持管理を容易に行うことができ、所望により、他の設計又は仕様の各部寸法、構造又は材質を有する別のアタッチメントにアタッチメント 50 を比較的簡単に交換することができる。

図 24 は、アタッチメント 50 の変形例を示す横断面図及び側面図である。

図 24 に示すアタッチメント 50' は、図 23 に示すアタッチメントと同様、スラリー排出口 45、スラリー給送管 46、中空連結部 47 及び泡供給管 40 を一体化した構成を有する。しかしながら、泡供給管 40 は、中空連結部 47 に接続される。泡供給口 41 は、中空連結部 47  
10 の上流側の垂直側壁 47a に開口し、垂直側壁 47a からスラリー流路 47e のスラリーに泡を導入する。このような泡供給口 41 の配置によれば、スラリー及び泡の混合・攪拌は、管内領域 46a におけるスラリーの旋回運動又は回転運動に実質的に完全に依存する。

図 25 は、アタッチメント 50 の他の変形例に係るアタッチメント 50" の構成を示す正面図、横断面図及び背面図である。

図 25 に示すアタッチメント 50" は、円環壁 23 の内周壁面に沿って周方向に延びる複数の水平ガイド部材 51 を備え、各ガイド部材 51 の両端部は、アタッチメント 50" の左右の垂直側壁 53、54 に固定される。破線で示す垂直側壁 47a、47b は、垂直側壁 53、54 と  
20 同じ角度 ( $\theta_4$ ) で垂直側壁 53、54 に接続する。スリット 52 に流入したスラリー及び泡は、ガイド部材 51 の表層に沿って流動する際に、強い剪断力を受け、混合する。スラリー及び泡は更に、スラリー給送管 46 の内周壁面に沿って回転流動し、旋回又は回転運動時に作用する剪断力により、更に均一に混合する。なお、ガイド部材 51 及びスリット  
25 52 の構造及び作用は、図 15 及び図 16 に示すアタッチメントと実質的に同じであるので、更なる詳細な説明は省略する。

アタッチメント 50" を備えた混合攪拌機 10 は、図 8 ～ 図 16 に示す実施形態の効果（スリット 52 の効果）と、図 17 ～ 図 24 に示す実

施形態の効果（スラリー給送管 4 6 における回転流動の効果）とを同時に発揮する。

図 2 6 は、図 1 7 ～ 図 2 2 に示す実施形態の変形例を示す概略平面図である。図 2 5 には、混練領域 1 0 a、中空連結部 4 7 及びスラリー給送管 4 6 の位置関係が幾何学的に示されている。

前述の実施形態では、中空連結部 4 7 は、円環壁 2 3 の側に偏心した状態でスラリー給送管 4 6 に接続されるが、図 2 6 に示す実施形態では、中空連結部 4 7 は、混合攪拌機 1 0 の径方向外方（円環壁 2 3 と反対の側）に偏心した状態でスラリー給送管 4 6 に接続される。このため、管内領域 4 6 a に流入するスラリーには、前述の実施形態と反対方向の旋回力又は回転力が与えられ、スラリーは、混合攪拌機 1 0 内のスラリーと同様、時計廻り方向に回転流動し、混合・攪拌作用を受ける。

本発明者は、実施例 1 として、第 1 実施形態の混合攪拌機（図 2 ～ 図 7）を使用し、実施例 2 及び 3 として、第 2 実施形態の混合攪拌機（図 8 ～ 図 1 0）を使用し、実施例 4、5 及び 6 として、第 3 実施形態の混合攪拌機（図 1 7 ～ 2 6）を使用し、厚さ 9.5 mm、幅 910 mm、ボードコアの比重約 0.65 の軽量石膏ボードを製造した（実施例 1 ～ 6）。本発明者は又、比較例 1 ～ 5 として、従来構造の混合攪拌機を使用し、厚さ 9.5 mm、幅 910 mm、ボードコアの比重約 0.65 の軽量石膏ボードを製造した（比較例 1 ～ 5）。スラリー中の泡の混ざり具合、泡剤の使用量および石膏ボードの製造速度（下紙 1、スラリー 3 及び上紙 2 の走行速度  $V$ （図 1））に関し、実施例 1 ～ 5 及び比較例 1 ～ 5 の試験結果を図 2 7 の図表に示す。なお、泡の混ざり具合の良否は、コア観察結果として、図 2 7 に示されている。混ざり具合の良否判定においては、製造した石膏ボードにおけるコア及びボード原紙の界面の破断面が、目視観察と、電子顕微鏡による写真観察とによって評価され、スラリー中の泡の混ざり具合の良否が判定された。また、泡剤使用量の低減効果は、全試験中で最も泡剤使用量が少ないものに関し、その泡剤

低減量を基準（達成率 100）に設定し、これとの対比で泡剤低減量を数値換算したものであり、図 27 に記載した数値は、数値が低いほど、泡剤低減量が少ない（泡剤を多量に使用する）ことを意味する。

#### 実施例 1（第 1 実施形態の混合攪拌機）

- 5 図 2 ～ 図 7 に示す混合攪拌機 10 を用意し、この混合攪拌機 10 によって焼石膏スラリーを調製し、泡供給管 40 によってスラリー排出口 45 の直前でスラリーに泡を混入した。スラリー流量は、 $1 \text{ m}^3/\text{分}$  に設定した。ここに、スラリー流量は、成型ローラ 18（図 1）の部分を通過するスラリー容積／分として定義し、測定した（以下の実施例、比較例
- 10 におけるスラリー流量は、同義である。）。なお、スラリーは、スラリー給送管 46 から成型ローラ 18（図 1）に至る間に脱泡するとともに若干乾燥するので、成型ローラ 18 の部分を通過するスラリーのスラリー量／分は、スラリー給送管 46 のスラリーの量／分に比べて約 2 割程度低減する。例えば、成型ローラ 18 の部分におけるスラリー流量 =  $1$
- 15  $\text{m}^3/\text{分}$  は、スラリー給送管 46 におけるスラリーの流量  $\div 1.2 \text{ m}^3/\text{分}$  に相当する

#### 実施例 2（第 2 実施形態の混合攪拌機）

- 実施例 1 の混合攪拌機 10 のスラリー排出口 46 にアタッチメント 50（図 8 ～ 図 10）を取付け、この混合攪拌機 10 によって焼石膏スラ
- 20 リーを調製し、泡供給管 40 によってスラリー排出口 45 の直前でスラリーに泡を混入した。

#### 実施例 3（第 2 実施形態の混合攪拌機）

- 実施例 2 と同じ混合攪拌機 10 を使用して、焼石膏スラリーを調製し、泡供給管 40 によってスラリー排出口 45 の直前でスラリーに泡を混入
- 25 した。スラリー流量は、 $1.5 \text{ m}^3/\text{分}$  に設定した。

#### 実施例 4（第 3 実施形態の混合攪拌機）

図 23 に示すアタッチメント 50 を取付けた混合攪拌機 10 を用意し、焼石膏スラリーを調製した。泡は、スラリー排出口 45 から流出する直

前のスラリーに対して、泡供給管 40 から供給した。泡を混入したスラリーは、中空連結部 47 内で層流化し、スラリー給送管 46 内に流入し、スラリー給送管 46 内で回転流動した。

#### 実施例 5（第 3 実施形態の混合攪拌機）

- 5 図 24 に示すアタッチメント 50' を取付けた混合攪拌機 10 を用意し、焼石膏スラリーを調製し、泡供給管 40 によりスラリー流路 47e のスラリーに泡を混入した。スラリー流量は、 $1.0 \text{ m}^3/\text{分}$  に設定された。

#### 実施例 6（第 3 実施形態の混合攪拌機）

- 10 図 25 に示すアタッチメント 50'' を取付けた混合攪拌機 10 を用意し、焼石膏スラリーを調製し、泡供給管 40 によって混練領域 10a のスラリーに泡を混入した。スラリー流量は、 $1.5 \text{ m}^3/\text{分}$  に設定された。

#### 比較例 1

- 15 比較例 1 の混合攪拌機として、泡供給口を上板の中央部（内方領域）に配置し、実施例 2、3 と同様なアタッチメント（スリットを備える）をスラリー排出口に取付け、中空連結部を介してスラリー排出口をスラリー給送管の上端部に接続した構造の混合攪拌機を使用した。実施例 1～5 では、泡供給管 40 によって泡をスラリー排出口 45 の直前でスラリーに混入したのに対し、比較例 1 では、混合攪拌機の中央領域に泡を投入しながらスラリーを調整し、泡を混入したスラリーをスラリー排出口のスリットから中空連結部に導出し、中空連結部のスラリー流路からスラリー給送管の中央部に導入した。スラリー流量は、 $1.0 \text{ m}^3/\text{分}$  に設定された。

#### 25 比較例 2

比較例 1 の混合攪拌機に関し、泡供給口の位置を上板の外周領域に変更するとともに、比較例 1 のアタッチメントを取外した混合攪拌機を用意し、混合攪拌機の外周領域に泡を投入しながらスラリーを調整した。

完全に開放したスラリー排出口からスラリー及び泡を中空連結部に導出し、スラリー及び泡を中空連結部のスラリー流路からスラリー給送管の中央部に導入した。スラリー流量は、 $1.0 \text{ m}^3/\text{分}$ に設定された。

### 比較例 3

- 5 比較例 2 の混合攪拌機に関し、泡供給口の位置をスラリー給送管に変更し、混合攪拌機の混練領域では、泡を混入せずにスラリーを調整した。泡混入前のスラリーは、完全に開放したスラリー排出口から中空連結部に流出し、比較例 1 及び 2 と同様、スラリー給送管の中央部に流入した。泡は、スラリー給送管内のスラリーに投入された。スラリー流量は、 $1.0 \text{ m}^3/\text{分}$ に設定された。

### 比較例 4

比較例 3 の混合攪拌機と同じ混合攪拌機を使用してスラリーを調整した。比較例 3 と同じく、泡は、スラリー給送管内でのみ、スラリーに投入された。スラリー流量は、 $0.8 \text{ m}^3/\text{分}$ に設定された。

### 比較例 5

比較例 3 の混合攪拌機と同じ混合攪拌機を使用してスラリーを調整した。比較例 3 と同じく、泡は、スラリー給送管内でのみ、スラリーに投入された。スラリー流量は、 $0.6 \text{ m}^3/\text{分}$ に設定された。

- 図 27 に示す試験結果から明らかなとおり、比較例 1、2、3 の混合攪拌機を使用した場合、スラリー流量を  $1 \text{ m}^3/\text{分}$  に設定すると、攪拌混合の影響により比較的多量の泡が混練領域で消泡するため、泡剤使用量を所望の如く低減することができず（比較例 1、2）、或いは、泡が均一にスラリーに混入せず、石膏ボードにふくれ不良が発生した（比較例 3）。後者の問題は、比較例 4、5 の如く、スラリー流量を  $0.8 \text{ m}^3/\text{分}$  又は  $0.6 \text{ m}^3/\text{分}$  に低下することにより解消したが、この場合、石膏ボードの製造速度が、約  $90 \text{ m}/\text{分}$  又は  $70 \text{ m}/\text{分}$  に低下した（比較例 4、5）。このような試験結果より、次の事項が判明した。

(1) スリットを有するアタッチメントをスラリー排出口に取付けた状態

であっても、混合攪拌機の内方領域に泡を投入する方法では、泡剤の使用量を十分に低減することができない（比較例 1）。

(ii) スラリー排出口を完全に開放した状態であって、スラリー給送管 46 の回転流動を用いていない状態では、外周領域に泡を投入したとしても、泡剤の使用量を十分に低減することができない（比較例 2）。

(iii) スラリー給送管に泡を投入する方法を採用した場合、スラリー流量を低下することによって、泡剤の使用量を低減できるかもしれないが、これだけでは、多量の流量（ $1\text{ m}^3/\text{分}$ 以上）のスラリーを調製する必要がある高速の石膏ボード製造方法には、適応できない（比較例 3、4、5）。

これに対し、本願発明の混合攪拌機 10 によれば、スラリー流量を  $1\text{ m}^3/\text{分}$ 以上に設定した場合であっても、泡剤使用量を十分に低減することができる。しかも、コア観察結果は、良好である。即ち、泡を良好に攪拌混合したスラリーを安定供給することが可能である。加えて、本発明の混合攪拌機 10 によれば、石膏ボードの製造速度を約  $115\text{ m}/\text{分}$ 以上の高速に設定することができる。従って、本発明の混合攪拌機 10 は、泡剤使用量の低減を達成し得るだけでなく、従来の混合攪拌機では適応し得なかった高速の石膏ボード製造方法に適応し、石膏ボードの生産性向上に寄与する。

以上、本発明の好適な実施形態及び実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態又は実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変形又は変更が可能である。

例えば、本発明の混合攪拌機の構成は、ピン型混合攪拌機以外の形式の混合攪拌機（例えば、羽根型混合攪拌機等のピンレス混合攪拌機）や、歯形部を外周に備えない回転円盤を有する混合攪拌機にも同様に適用することができる。

また、スラリー給送管の管内流路の横断面は、必ずしも真円形に限定されるものではなく、楕円形又は長円形であっても良い。

更には、本発明の混合攪拌機の使用目的は、石膏ボード製造用混合攪拌機に限定されるものではなく、他の分野における粉体等の固形物、液体及び泡の混合攪拌機としても使用し得るものである。

#### 5 産業上の利用可能性

本発明は、混合攪拌機及び混合攪拌方法、殊に、石膏ボードの製造工程に使用される混合攪拌機及び混合攪拌方法に適用される。本発明の混合攪拌機及び混合攪拌方法は、石膏ボードの製造工程における泡剤使用量の低減を可能にするとともに、石膏ボード製造ラインの高速化に適応するので、製造速度を高速化した石膏ボード製造方法に好ましく適用される。

## 請求の範囲

1. 外周に円環壁を備えた扁平且つ円形の筐体と、  
該筐体内に配置され、所定の回転方向に回転する回転盤と、  
前記筐体内で混練された石膏スラリーを筐体外へ排出するために、  
5 前記円環壁に開口したスラリー排出口と、  
一方の開口端が前記スラリー排出口に接続し、他方の開口端が実質的に垂直円筒状のスラリー給送管に連結した中空連結部と、  
石膏スラリーに泡を供給する泡供給口とを有し、  
前記泡供給口は、前記スラリー排出口に流入する直前の石膏スラリー  
10 ーに泡を供給するようにスラリー排出口の回転方向上流側の円環壁に設けられ、又は、前記中空連結部に流入した石膏スラリーに泡を供給するように該中空連結部に設けられたことを特徴とする混合攪拌機。
2. 前記スラリー給送管の管内領域が円形横断面を有し、前記中空連結管部がスラリー給送管の中心軸線に対して偏心した位置でスラリー  
15 給送管に連結し、石膏スラリーが前記管内領域で回転流動するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の混合攪拌機。
3. 前記スラリー排出口を通過する石膏スラリーに剪断力を与える複数の羽根がスラリー排出口に設けられ、前記羽根は、複数のスリットをスラリー排出口に形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載  
20 の混合攪拌機。
4. 前記スラリー排出口は、石膏スラリーを前記円環壁の接線方向に前記中空連結部に流入させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項に記載の混合攪拌機。
5. 前記スリットは、等間隔に配置された厚さ  $1 \sim 5 \text{ mm}(t)$  の前記羽根により形成され、前記スリットの羽根間流路寸法  $(h, w)$  は、  
25  $4 \sim 15 \text{ mm}$  に設定されることを特徴とする請求項 3 に記載の混合攪拌機。
6. 前記羽根は、水平又は垂直に配置されることを特徴とする請求項 3 又は 5 に記載の混合攪拌機。

7. 前記中空連結部は、スラリ一流路を中空連結部内に形成する回転方向上流側及び下流側の壁面(47a, 47b)を有し、回転方向上流側の前記壁面(47a)は、前記筐体の法線(G)に対して90°~120°の角度に配置されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の混合攪拌機。
8. 前記泡供給口が、前記回転方向上流側の前記壁面(47a)に設けられたことを特徴とする請求項7に記載の混合攪拌機。
9. 前記上流側及び下流側の壁面(47a, 47b)は、平行であることを特徴とする請求項7又は8に記載の混合攪拌機。
10. 回転方向下流側の前記壁面(47b)は、前記円環壁の内周面に対して鋭角に配置され、前記中空連結部のスラリ一流路に流入した石膏スラリが前記筐体内に逆流又は還流するのを阻止することを特徴とする請求項7乃至9のいずれか1項に記載の混合攪拌機。
11. 前記中空連結部は、石膏スラリを前記管内領域の接線方向に流入させるように前記スラリ給送管に接続されることを特徴とする請求項2に記載の混合攪拌機。
12. 前記中空連結部は、前記管内領域の石膏スラリが前記回転盤の回転方向と逆の方向に回転流動するように前記スラリ給送管の中心軸線に対して偏心した位置でスラリ給送管に連結することを特徴とする請求項2又は11に記載の混合攪拌機。
13. 前記中空連結部は、前記管内領域の石膏スラリが前記回転盤の回転方向と同じ方向に回転流動するように前記スラリ給送管の中心軸線に対して偏心した位置でスラリ給送管に連結することを特徴とする請求項2又は11に記載の混合攪拌機。
14. 前記スラリ排出口、中空連結部及びスラリ給送管を有する一体的アタッチメントが、前記円環壁に着脱可能に取付けられたことを特徴とする請求項1乃至13のいずれか1項に記載の混合攪拌機。
15. 外周に円環壁を備えた扁平且つ円形の筐体と、該筐体内に配置さ

れ、所定の回転方向に回転する回転盤と、前記筐体内で混練された石膏スラリーを筐体外へ排出するために、前記円環壁に開口したスラリー排出口と、一方の開口端がスラリー排出口に接続し、他方の開口端が実質的に垂直円筒状のスラリー給送管に連結した中空連結部と、石膏スラリーに泡を供給する泡供給口とを有する石膏スラリーの混合攪拌機を用いた石膏スラリーの混合攪拌方法において、

前記筐体内に供給された粉体及び液体を前記回転盤の回転によって前記筐体内の混練領域で混練して石膏スラリーを調製し、該石膏スラリーを前記スラリー排出口から中空連結部に流出させる第1混合工程と、

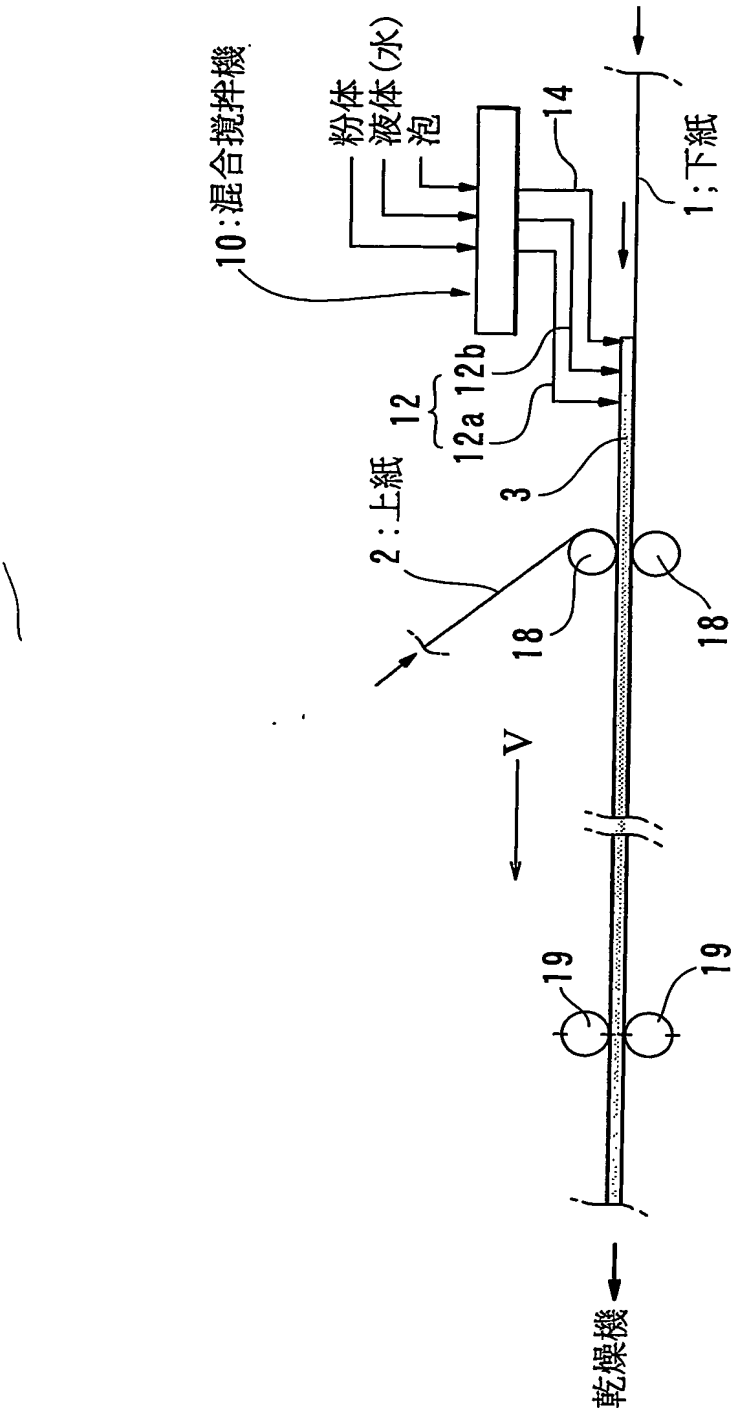
前記スラリー排出口に流入する直前の石膏スラリーに泡を供給するように前記泡供給口をスラリー排出口の回転方向上流側の円環壁に配置し、又は、前記中空連結部の石膏スラリーに泡を供給するように前記泡供給口を中空連結部に配置し、この泡供給口から石膏スラリーに泡を供給するとともに、前記スラリー排出口又はその下流側でスラリー及び泡に剪断力を与え、スラリー及び泡を混合する第2混合工程とを有することを特徴とする石膏スラリーの混合攪拌方法。

16. 前記スラリー排出口から流出する直前又は直後の石膏スラリーに泡を供給し、円形横断面を有する前記スラリー給送管の管内領域と偏心したスラリー及び泡の流動体を該管内領域に接線方向に流入させ、スラリー及び泡を該管内領域で回転流動させ、回転流動時にスラリーに作用する剪断力によってスラリー及び泡を混合することを特徴とする請求項15に記載の石膏スラリーの混合攪拌方法。

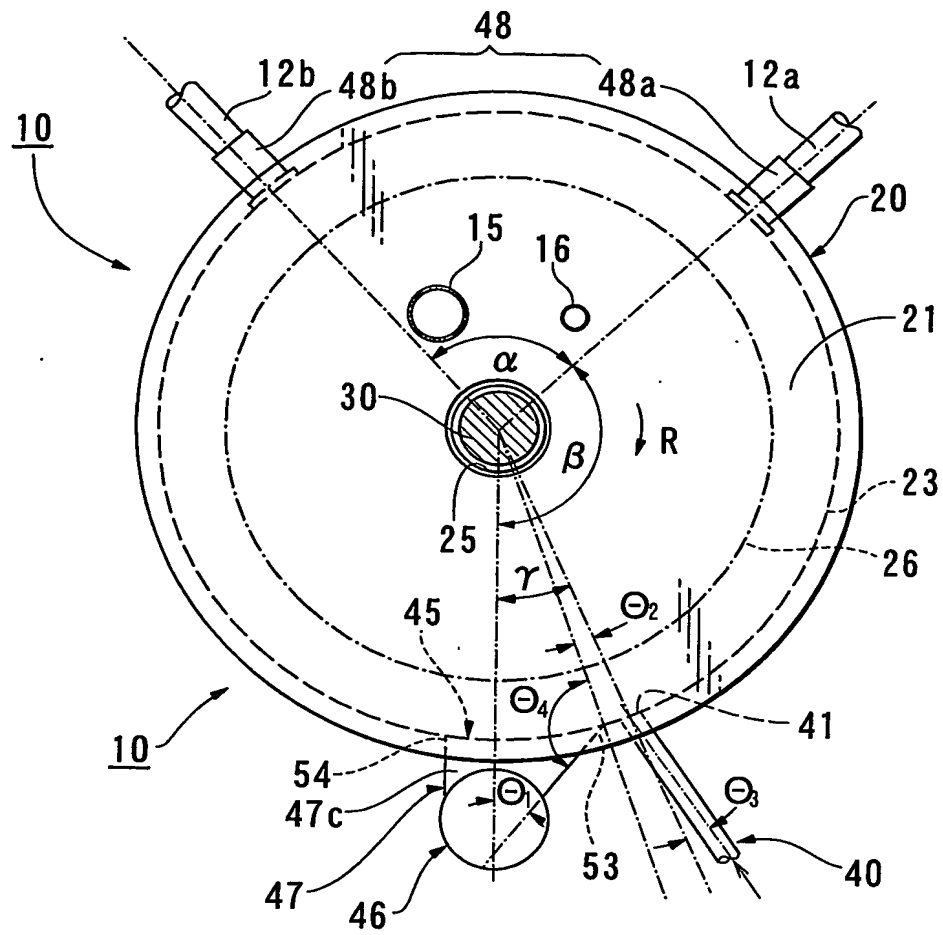
17. 複数のスリットを形成する複数の羽根を前記スラリー排出口に配置し、前記スリットを通過する直前のスラリーに泡を供給し、スリット通過時にスラリーに作用する剪断力によってスラリー及び泡を混合することを特徴とする請求項15に記載の石膏スラリーの混合攪拌方法。

18. 複数のスリットを形成する複数の羽根を前記スラリー排出口に配置し、前記スリットを通過する直前の石膏スラリーに泡を供給し、スリット通過時にスラリーに作用する剪断力によってスラリー及び泡を混合するとともに、円形横断面を有する前記スラリー給送管の管内領域と偏心したスラリー及び泡の流動体を該管内領域に接線方向に流入させ、スラリー給送管の管内領域でスラリー及び泡を回転流動させ、回転流動時にスラリーに作用する剪断力によってスラリー及び泡を更に混合することを特徴とする請求項 15 に記載の石膏スラリーの混合攪拌方法。
19. 前記混練領域の外周帯域の石膏スラリーを前記円環壁の接線方向に前記スラリー排出口から前記中空連結部に流入させることを特徴とする請求項 15 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の石膏スラリーの混合攪拌方法。
20. 請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の混合攪拌機を使用し、厚さ 9.5 mm、幅 910 mm の石膏ボードを 110 m/分以上の製造速度で製造することを特徴とする石膏ボードの製造方法。
21. 請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の混合攪拌機を使用し、1 m<sup>3</sup>/分以上の流量の石膏スラリーを成型手段通過時の石膏ボード原紙の間に供給することを特徴とする石膏ボードの製造方法。

FIG.1



**FIG.2**



**FIG.3**

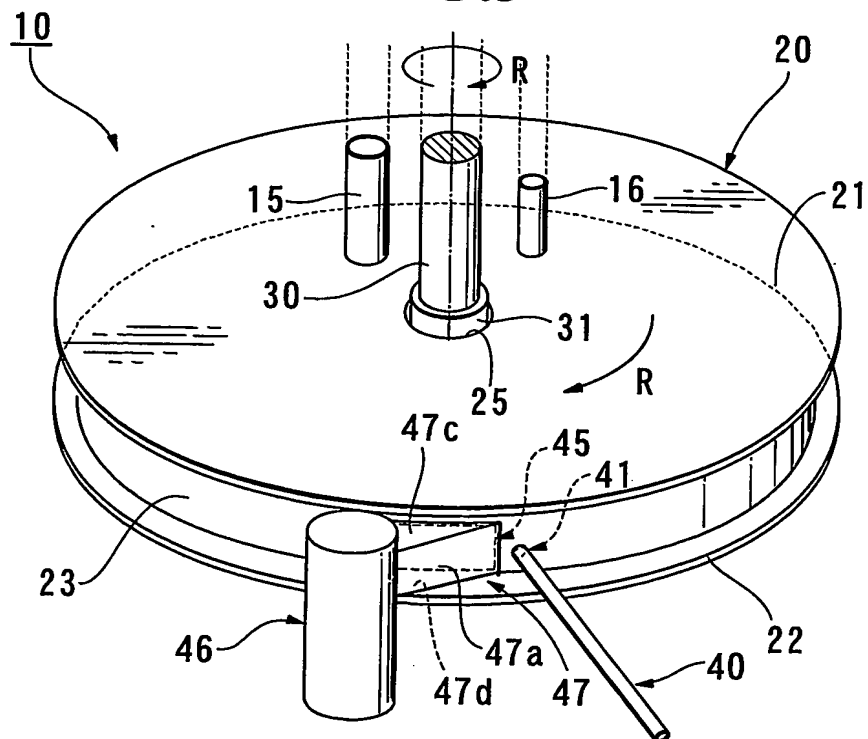


FIG.4

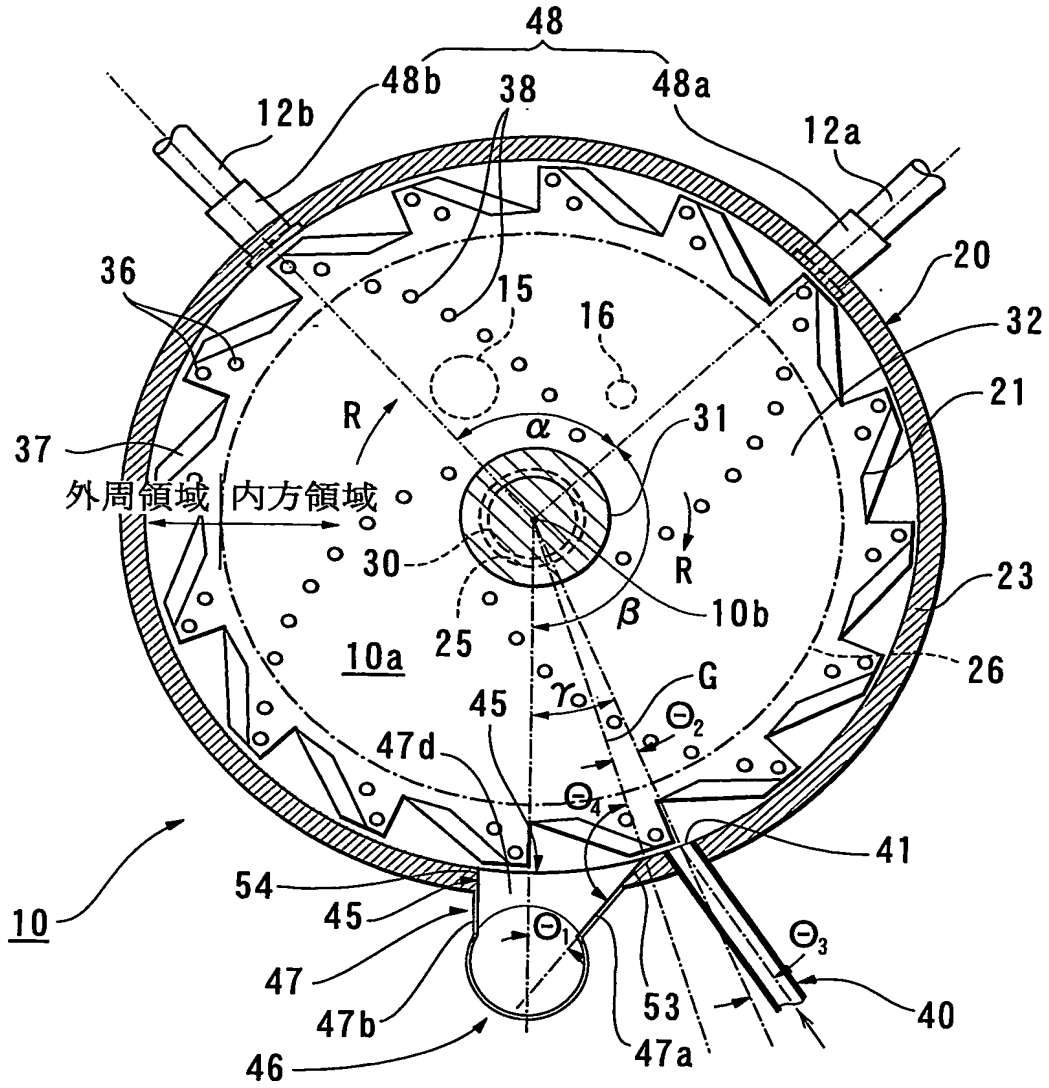
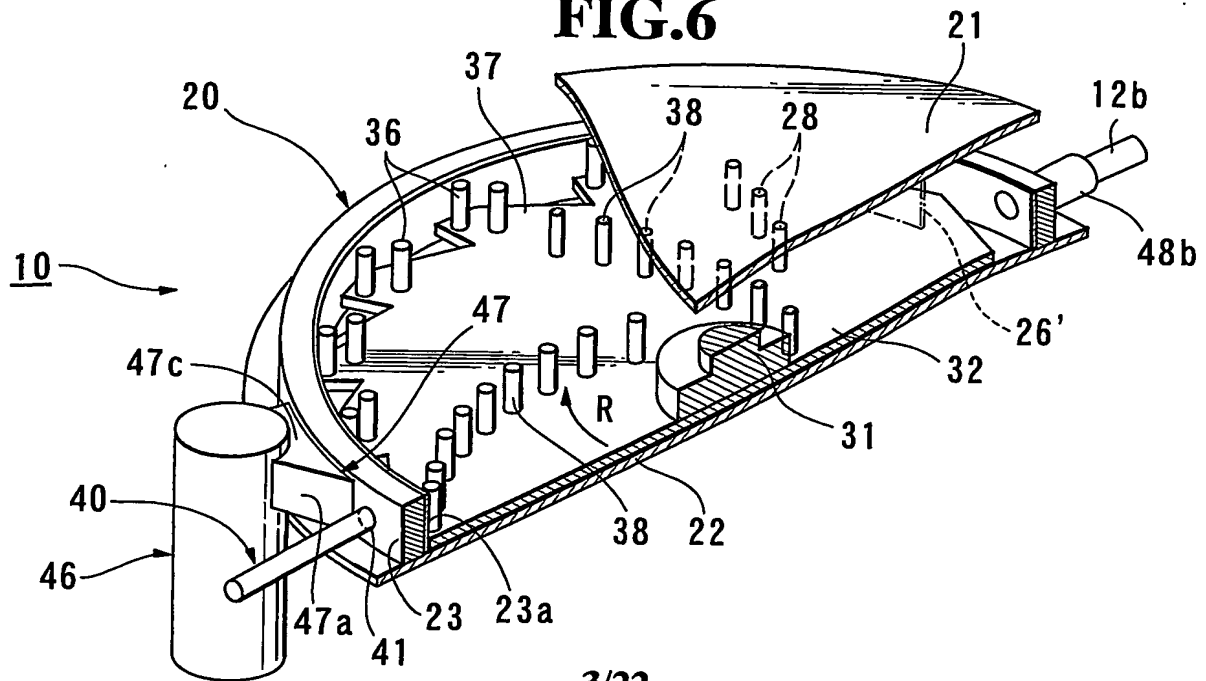
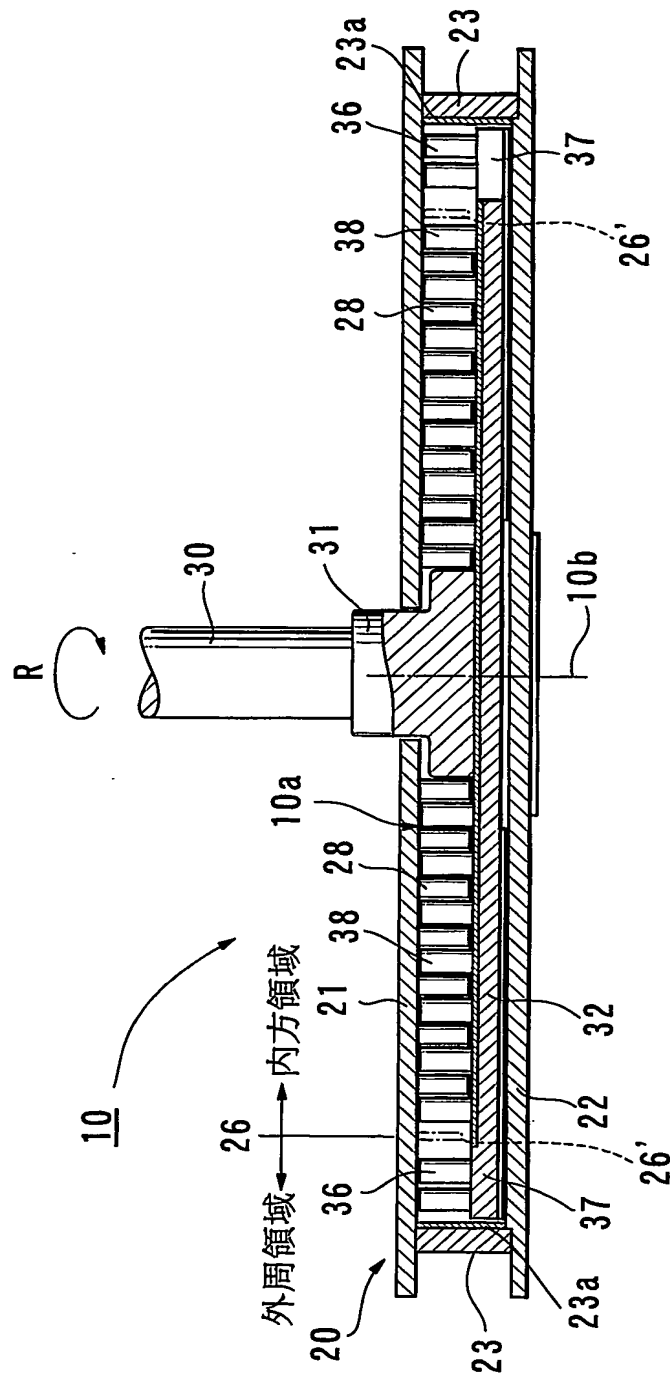


FIG.6



**FIG.5**



**FIG.7**

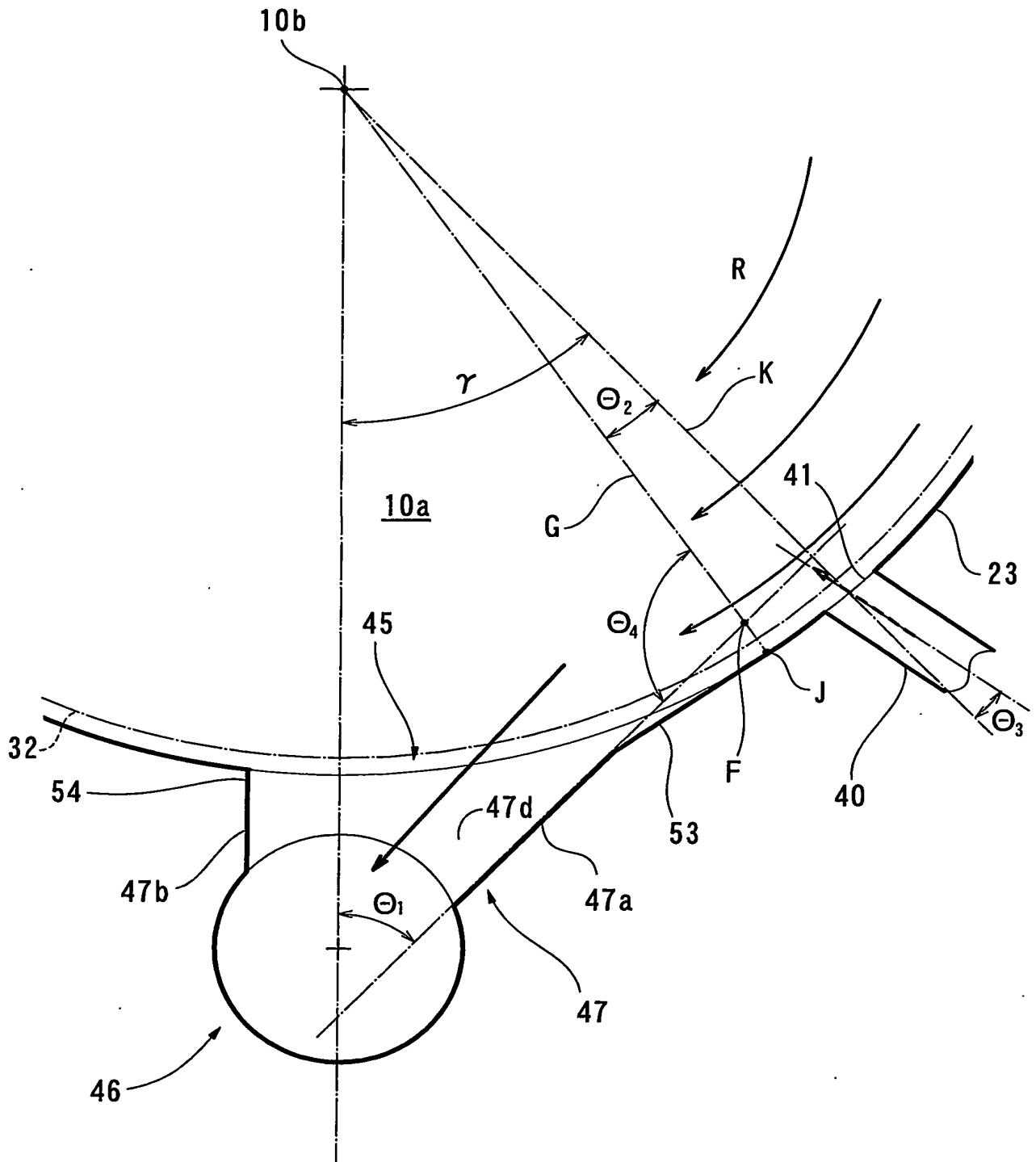


FIG.8

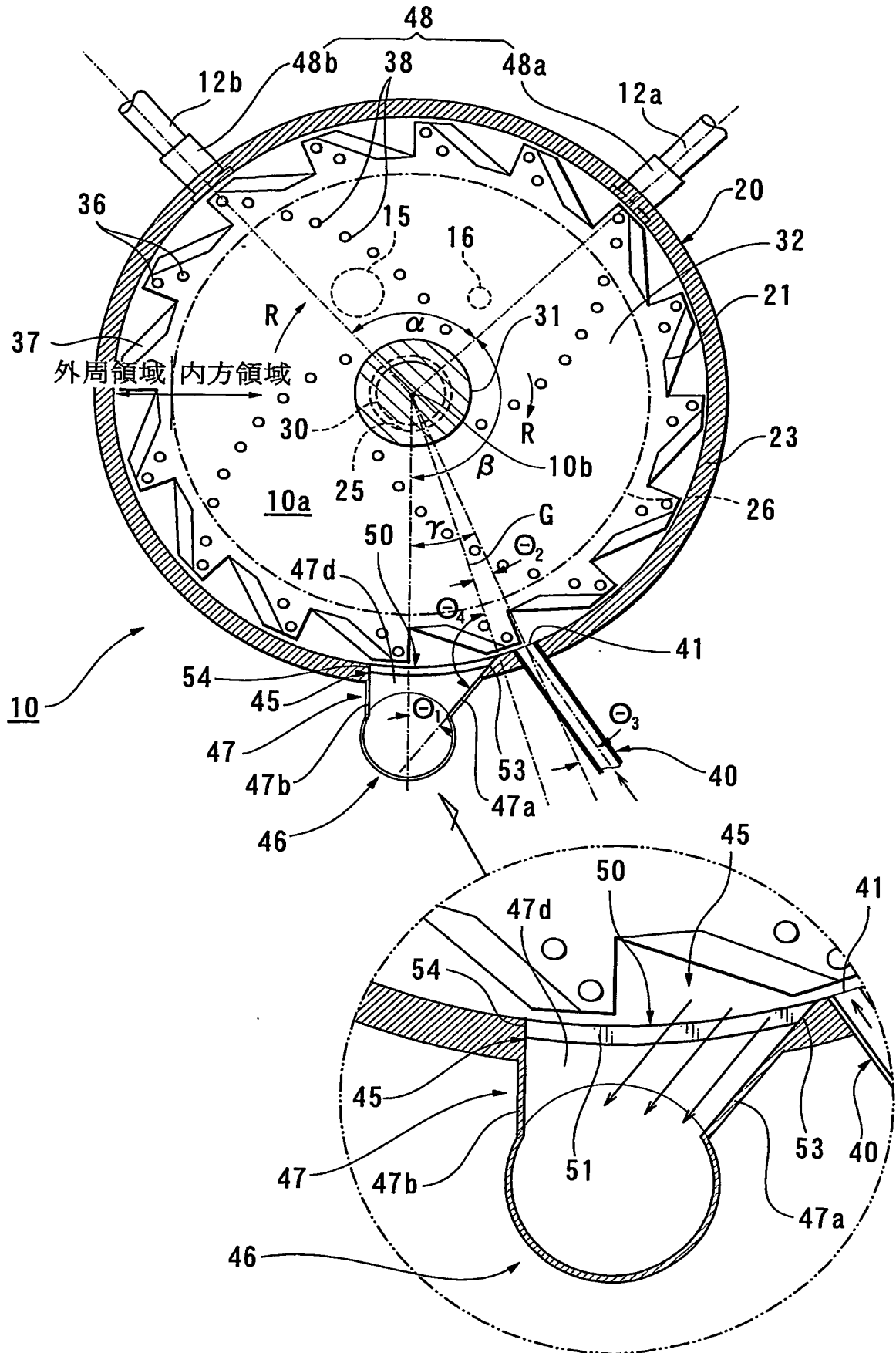
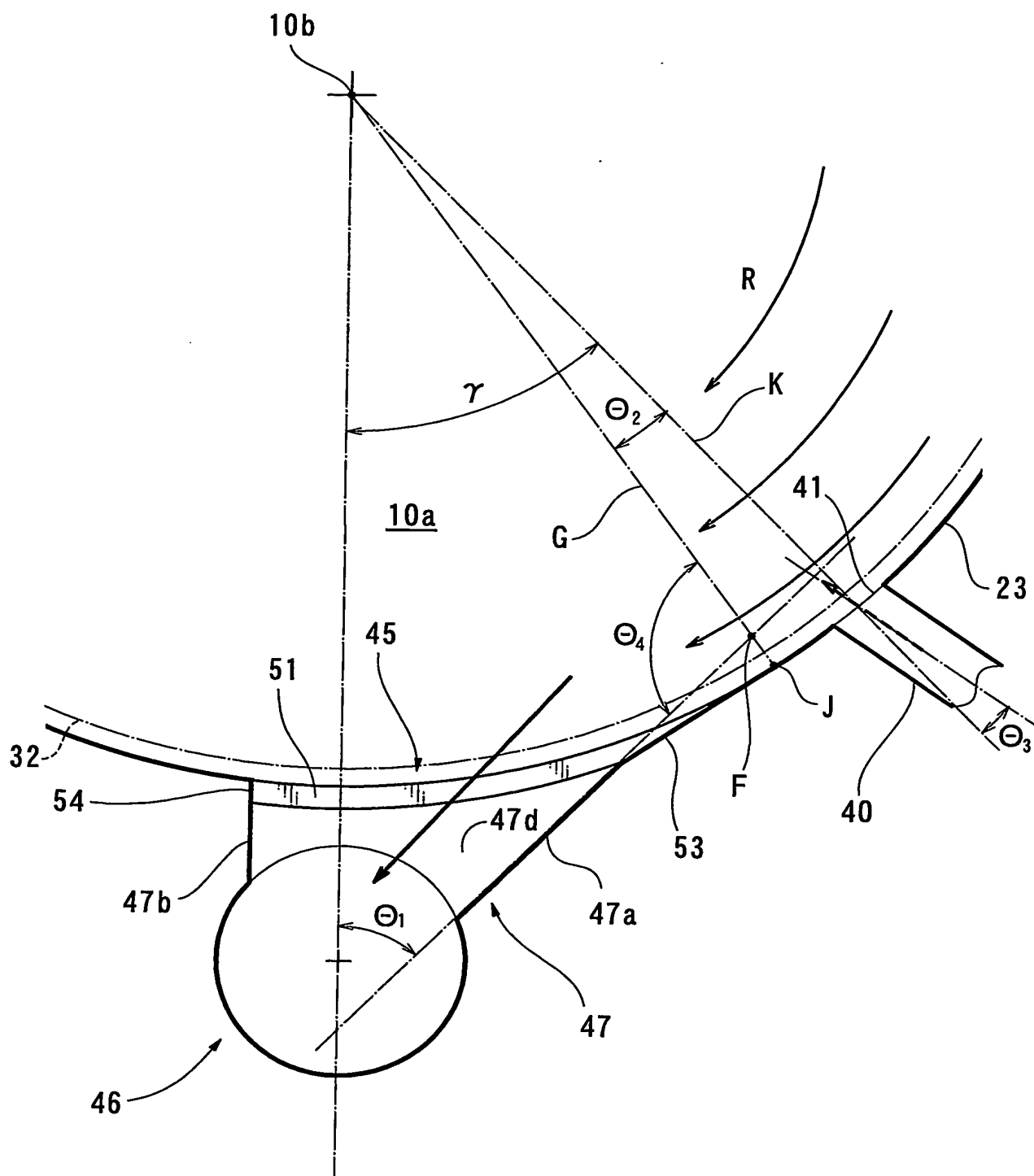
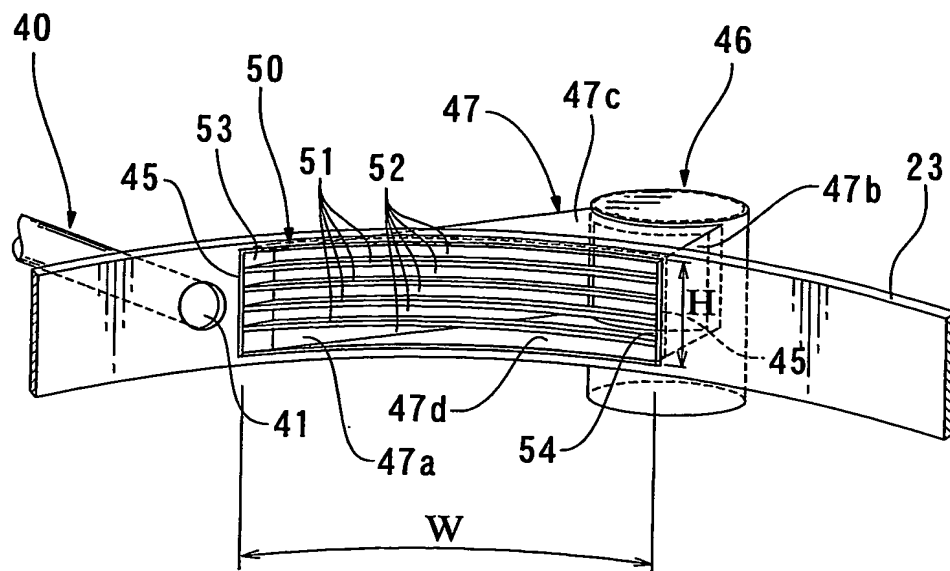


FIG.9

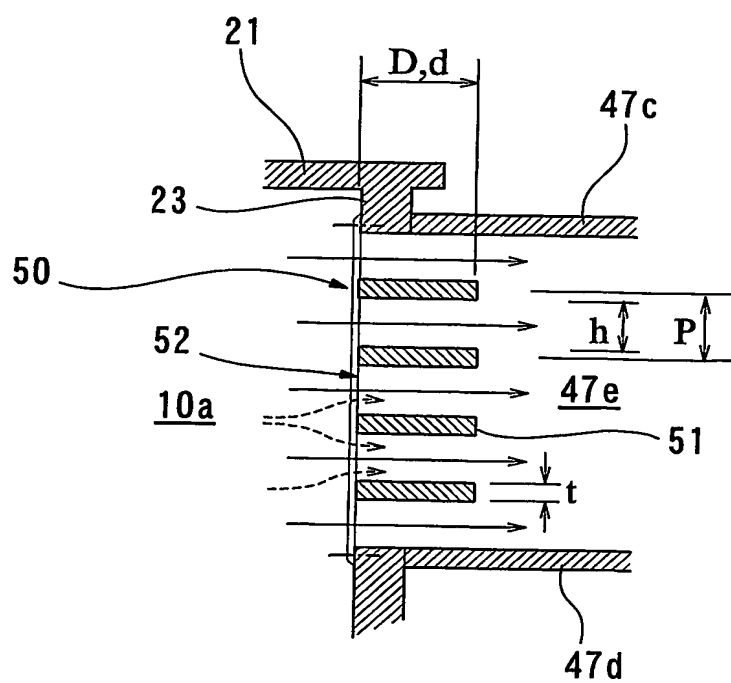


**FIG.10**

(A)



(B)



**FIG.11**

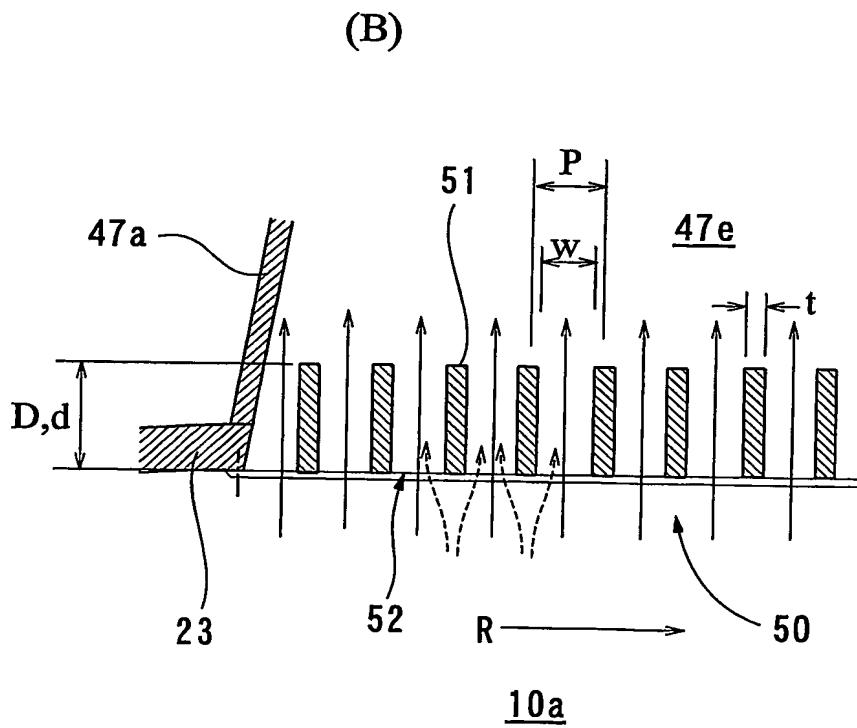
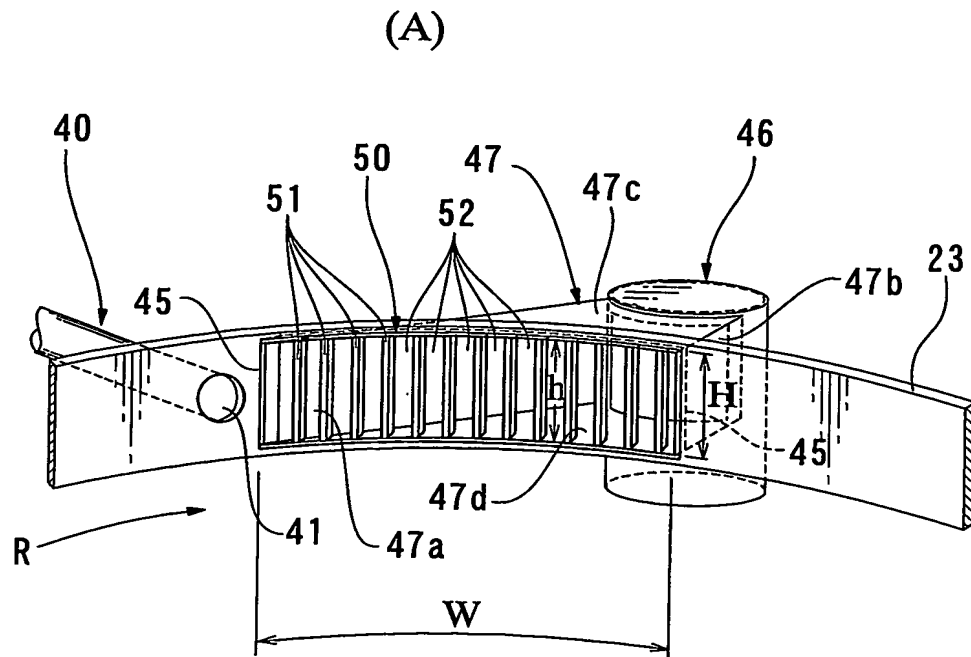
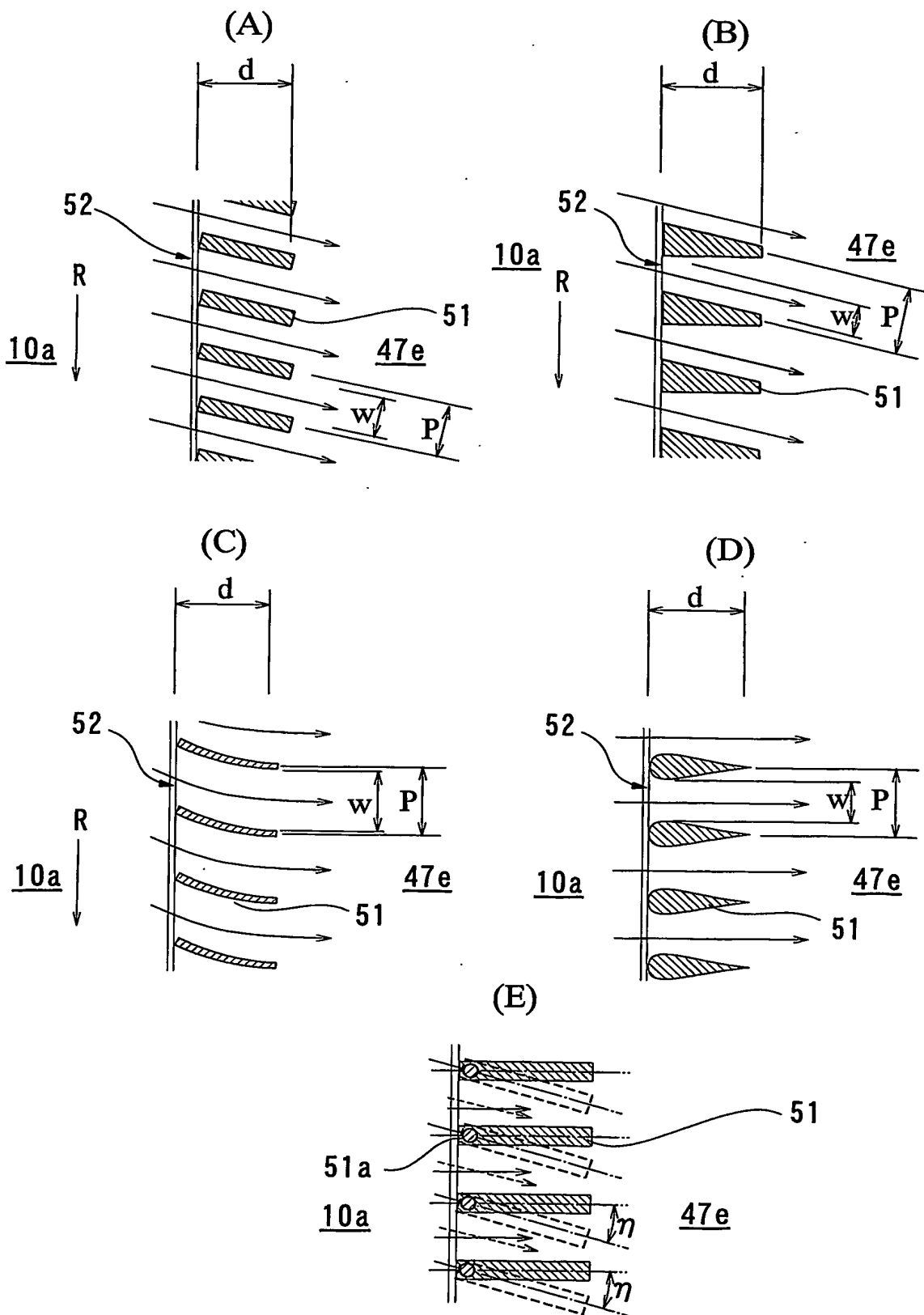
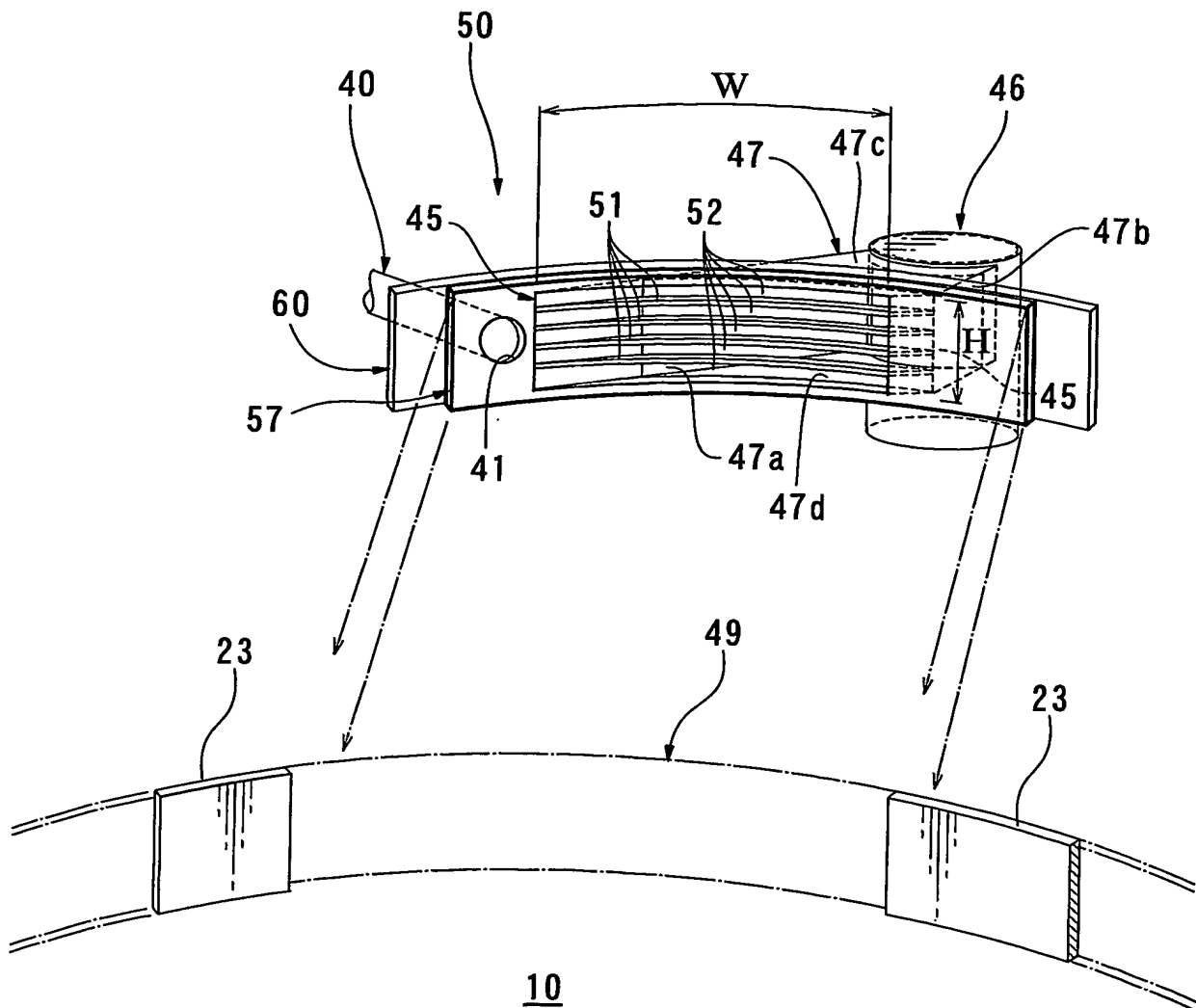
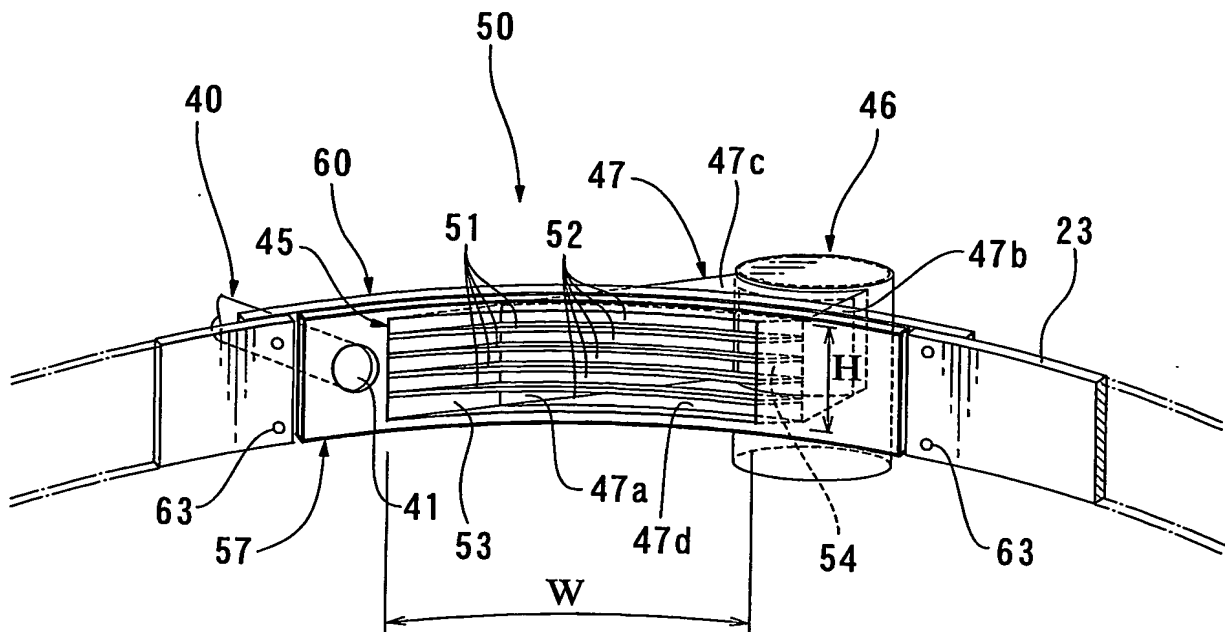
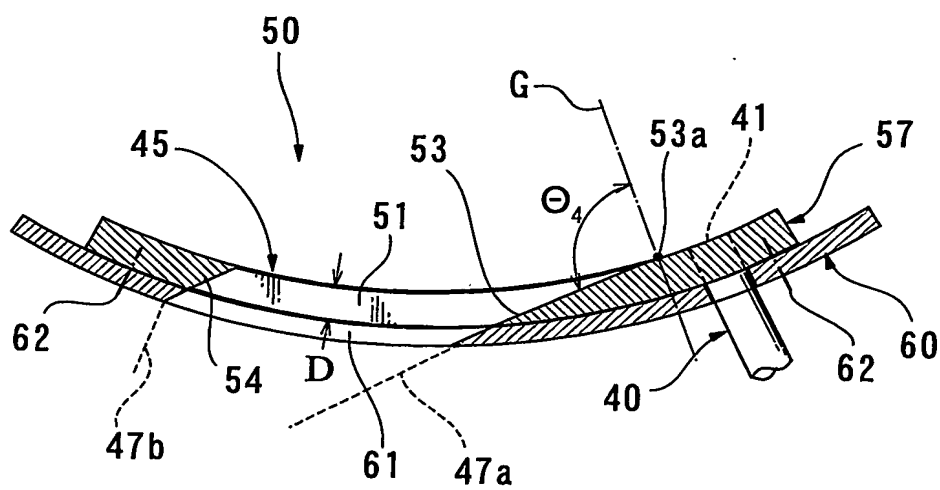


FIG.12



**FIG.13**

**FIG.14****FIG.15**

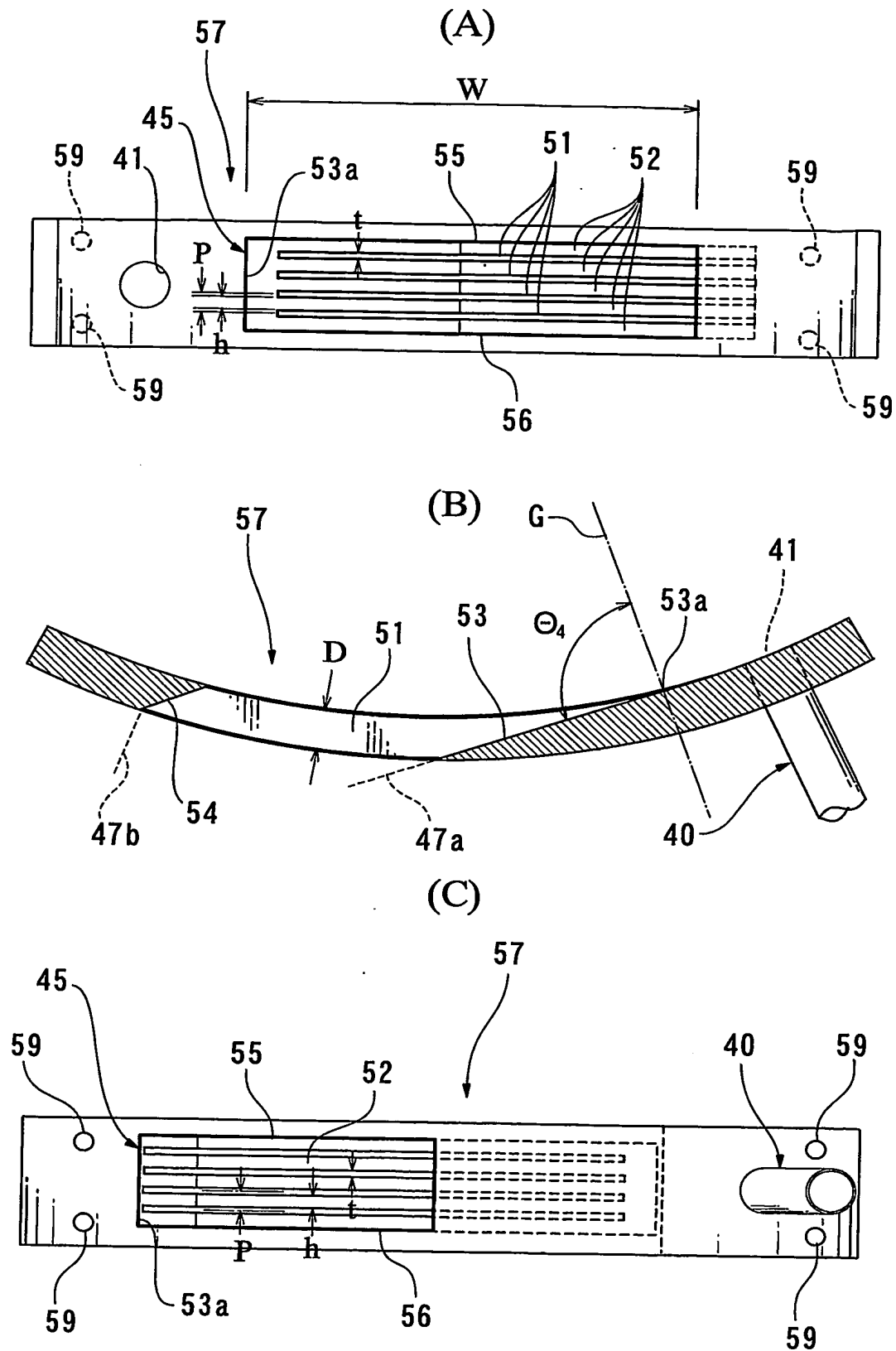
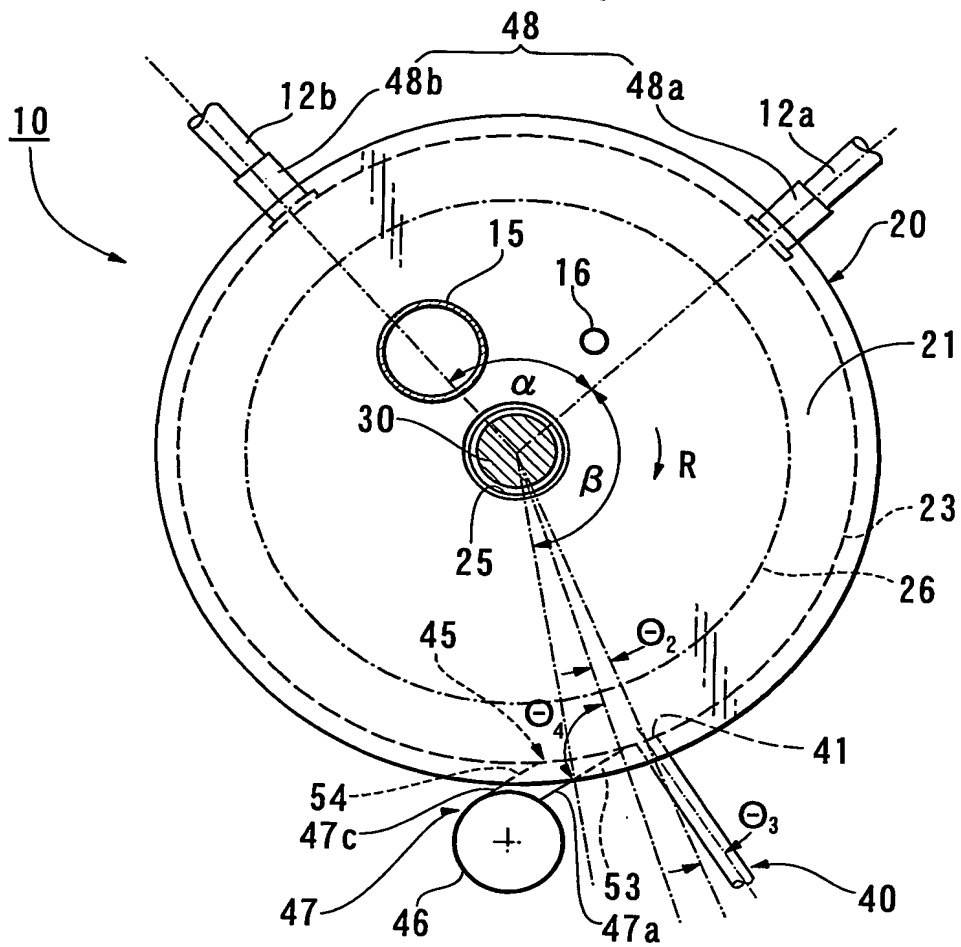
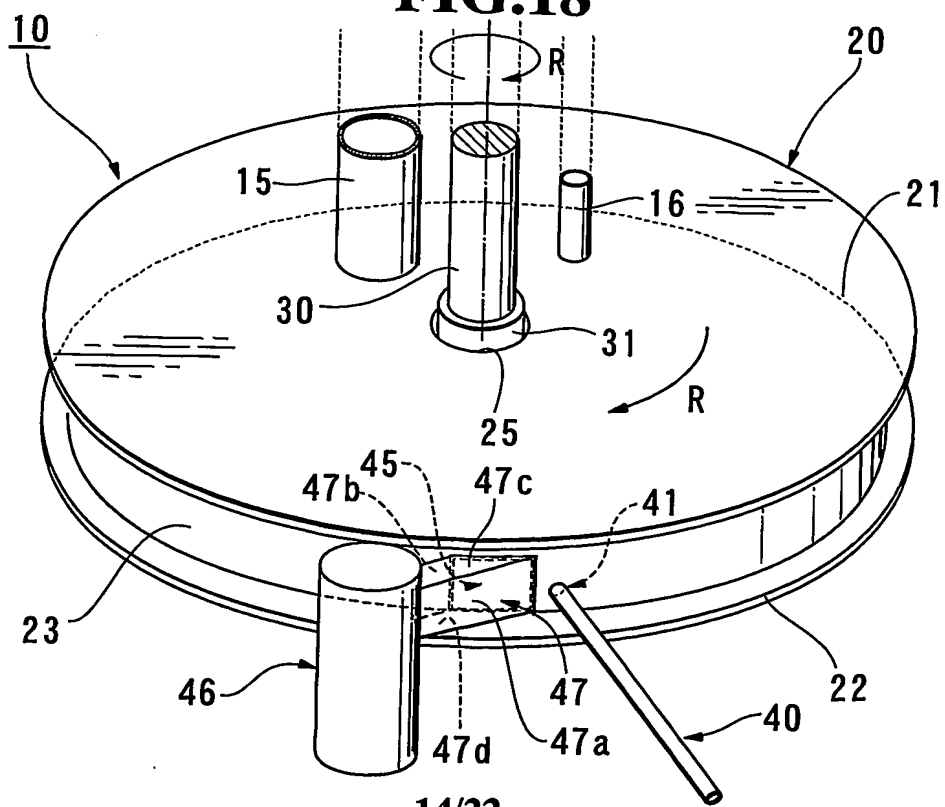
**FIG.16**

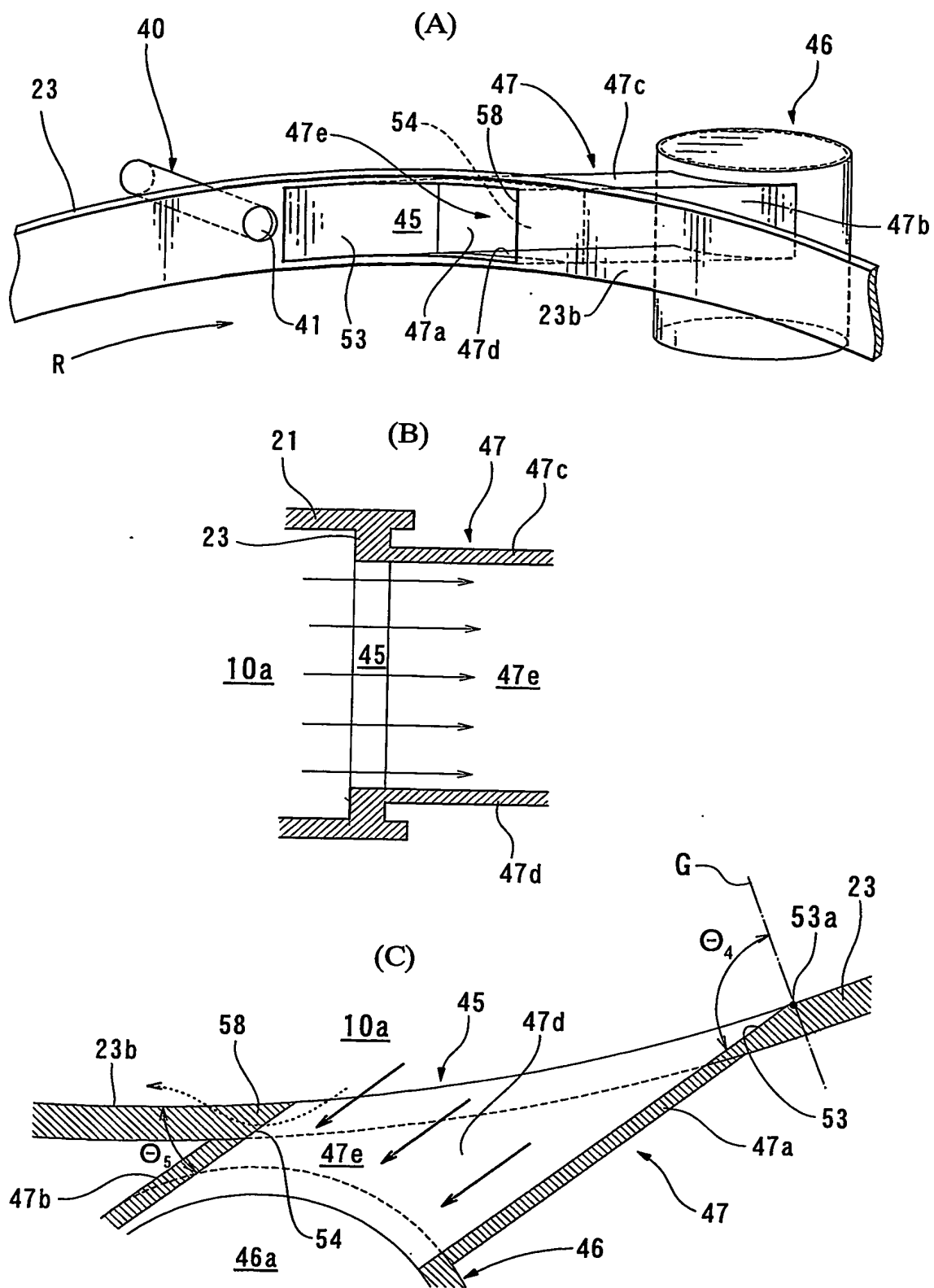
FIG.17



**FIG.18**





**FIG.21**

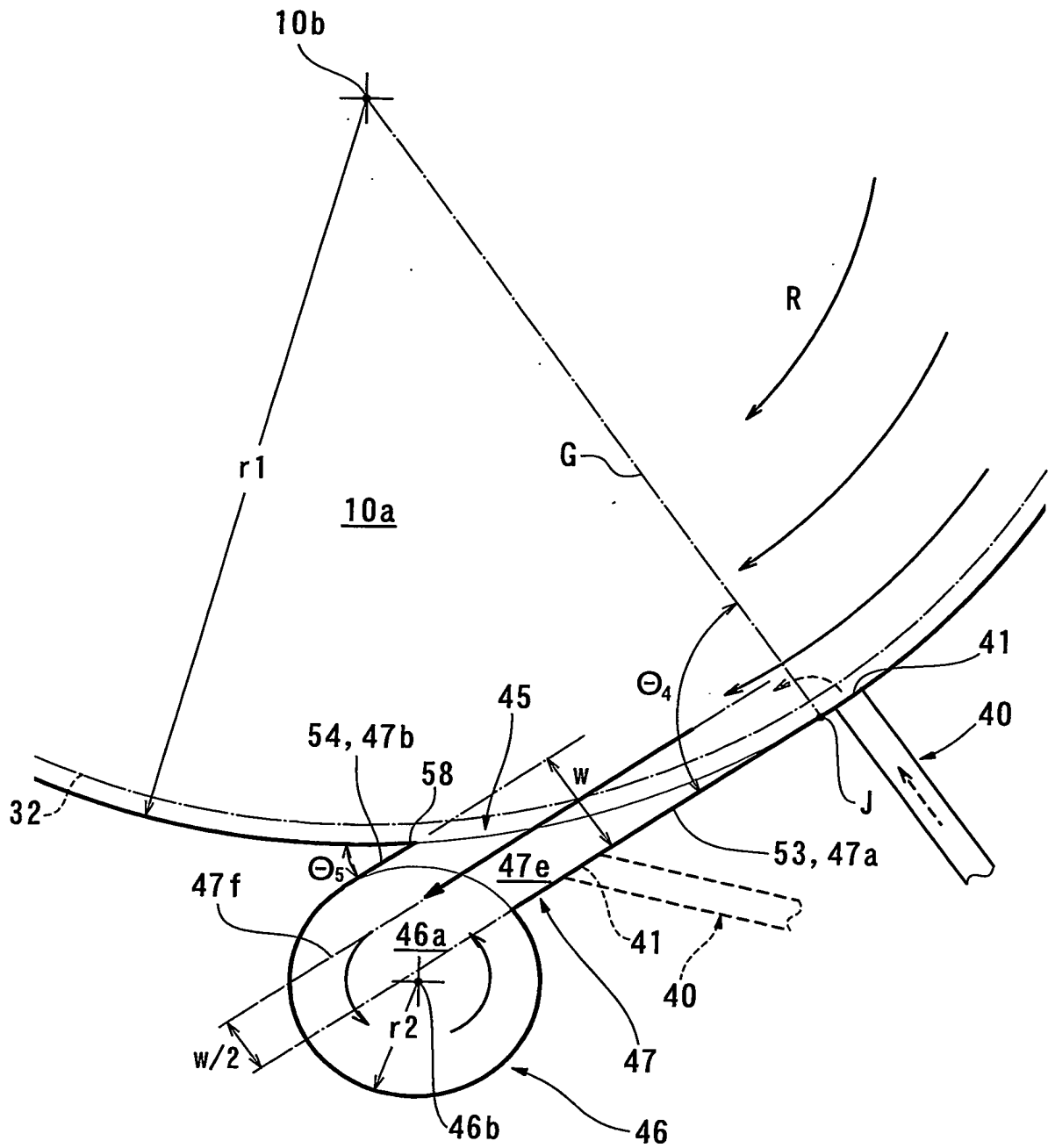
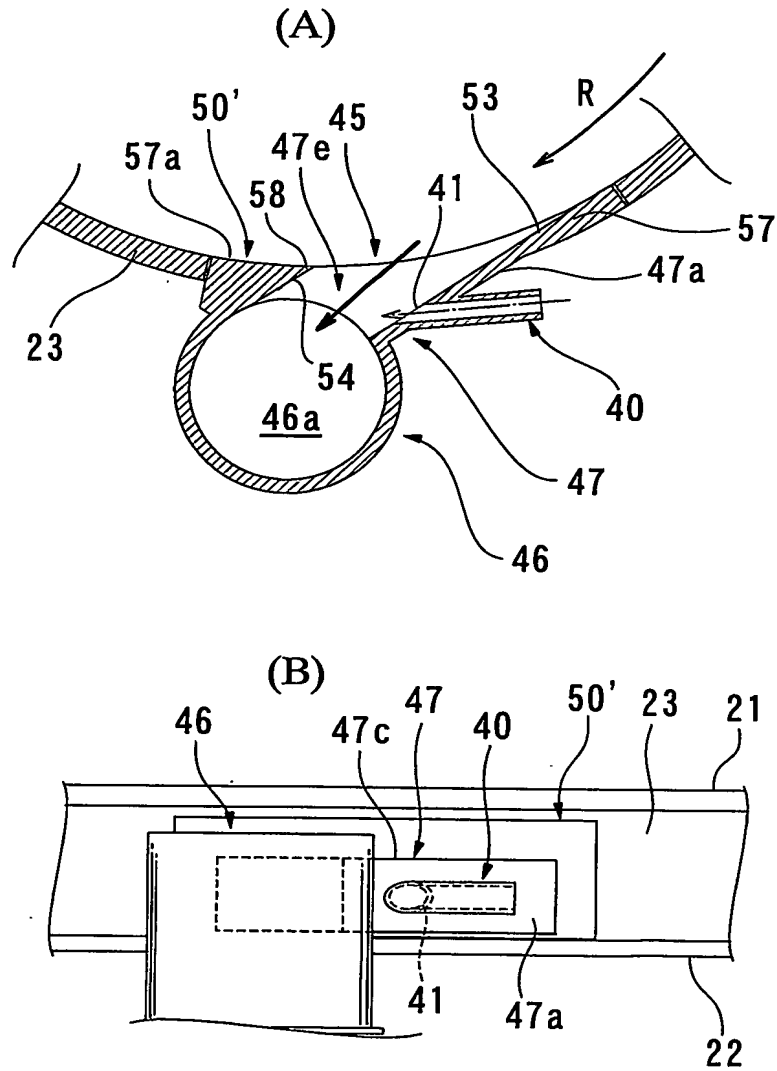
**FIG.22**

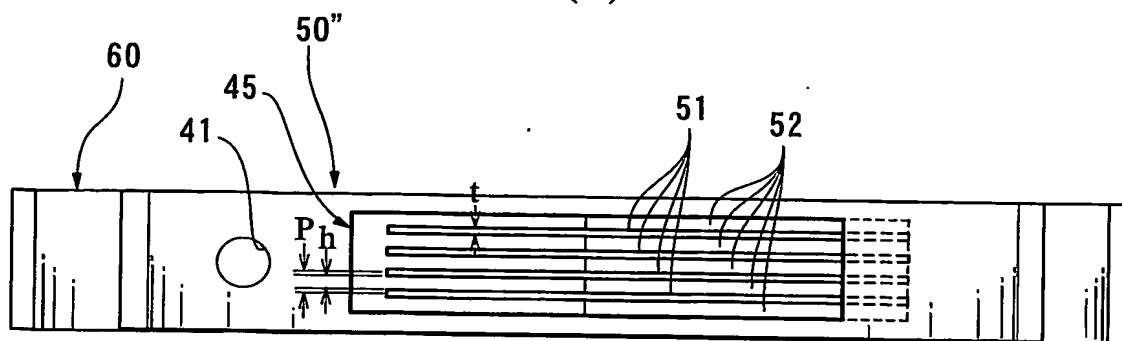


FIG.24

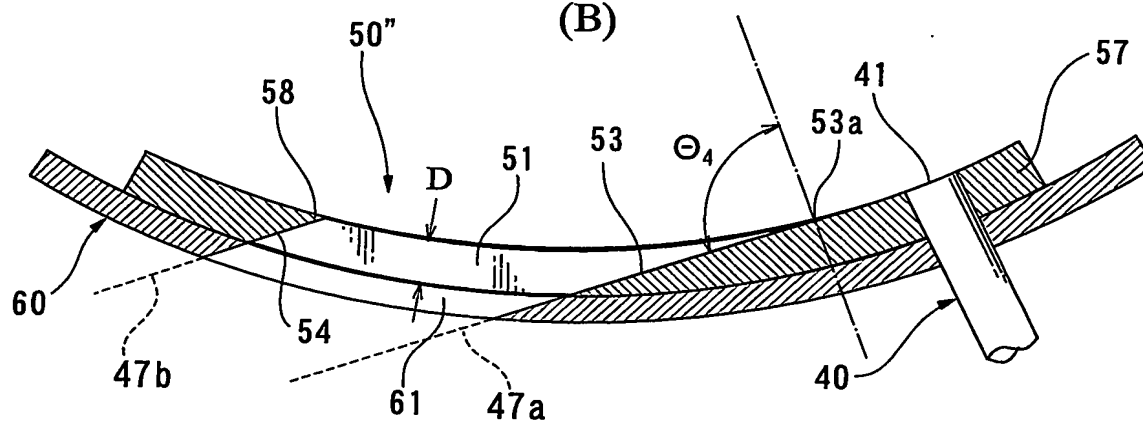


**FIG.25**

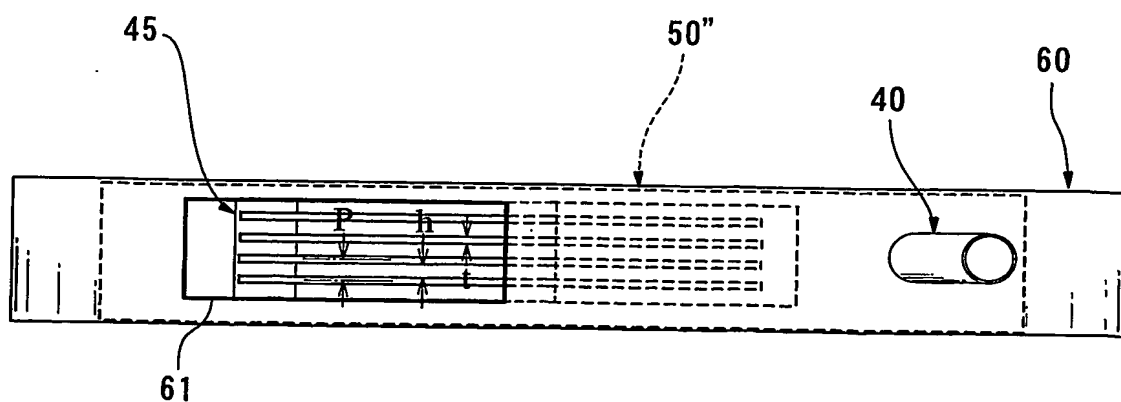
(A)



(B)



(C)



**FIG.26**

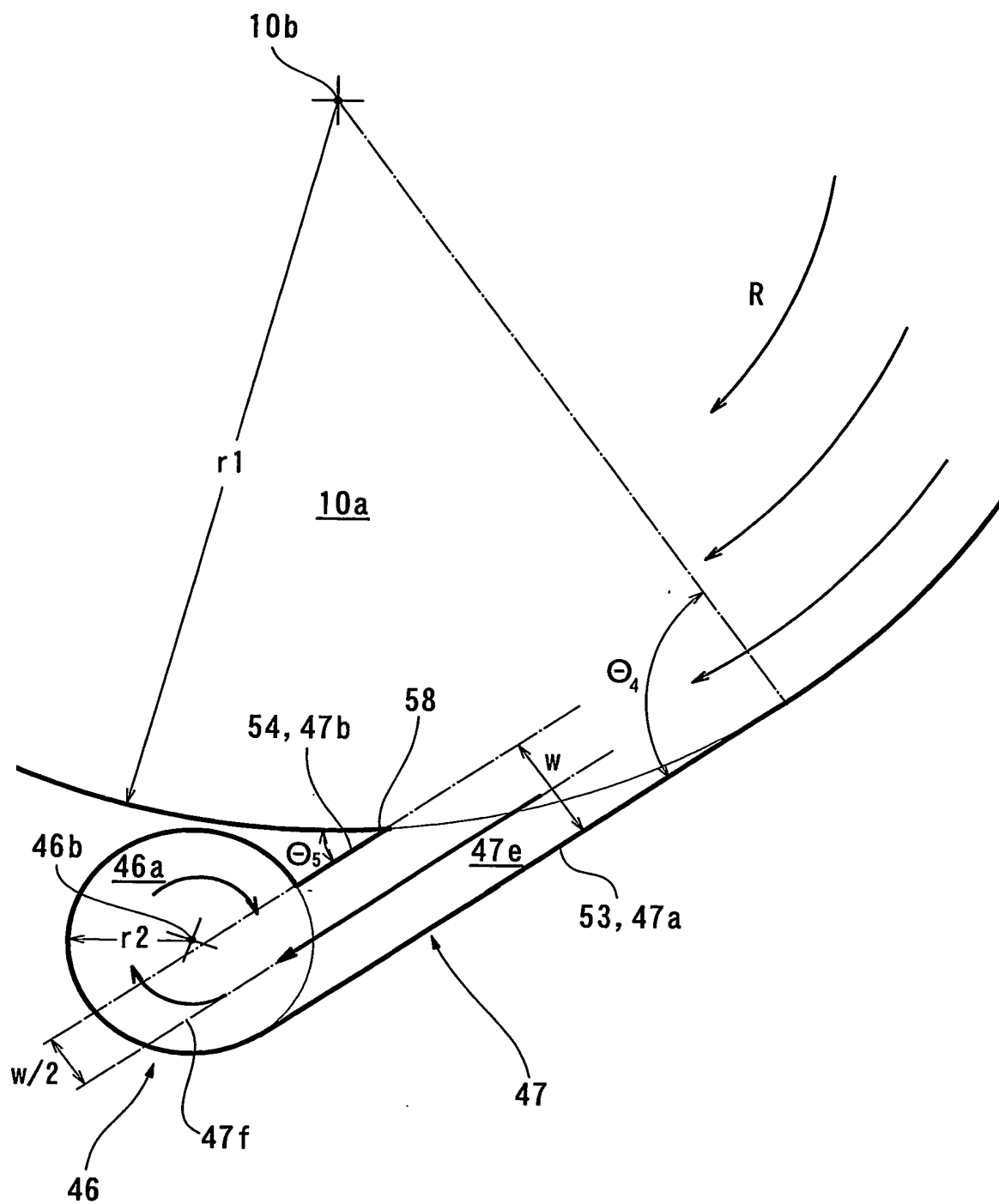


FIG.27

	ボードコア比重 g/cm <sup>3</sup>	コア観察結果	泡剤使用量 低減効果	スラリー流量 m <sup>3</sup> /分	製造速度 m/分
実施例1	0.65~0.66	良好	97	1.0	115
実施例2		良好	95	1.0	115
実施例3		良好	95	1.5	175
実施例4		良好	100	1.0	115
実施例5		良好	100	1.0	115
実施例6		良好	95	1.5	175
比較例1		良好	60	1.0	115
比較例2		良好	70	1.0	115
比較例3		不良(ふくれ発生)	100	1.0	115
比較例4		良好	100	0.8	90
比較例5		良好	100	0.6	70

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> B28C5/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B28C5/16, B01F7/16-7/32, C04B38/10Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 8-25342 A (Yoshino Gypsum Co., Ltd.), 30 January, 1996 (30.01.96), Claims 1 to 3; Par. Nos. [0013], [0017]; Figs. 3 to 4 (Family: none)	1 3, 5, 6 2, 4, 7-21
Y	JP 2000-6137 A (Yoshino Gypsum Co., Ltd.), 11 January, 2000 (11.01.00), Abstract & WO 99/67074 A1	3, 5, 6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 August, 2004 (16.08.04)Date of mailing of the international search report  
31 August, 2004 (31.08.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 B28C 5/16

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 B28C 5/16 B01F 7/16-7/32 C04B 38/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 8-25342 A (吉野石膏株式会社) 1996. 01. 30, 請求項 1-3, 段落0013, 0017, 図 3-4 (ファミリーなし)	1 3, 5, 6 2, 4, 7-21
Y	JP 2000-6137 A (吉野石膏株式会社) 2000. 01. 11, 要約 & WO 99/67074 A1	3, 5, 6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 08. 2004

国際調査報告の発送日

31. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区蔵が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大橋 賢一

4 T

8825

電話番号 03-3581-1101 内線 6791